

DEBRECENI EGYETEM
AGRÁR- ÉS GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYOK CENTRUMA
MEZŐGAZDASÁG-, ÉLELMISZERTUDOMÁNYI ÉS KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI KAR
ÁLLATTENYÉSZTÉSTUDOMÁNYI INTÉZET

ÁLLATTENYÉSZTÉSI TUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA

Doktori iskola vezető:

Dr. Kovács András

egyetemi tanár, az MTA doktora

Témavezető:

Dr. Béri Béla

egyetemi docens, CSc

**ULTRAHANGOS MÉRÉSI TECHNIKA ALKALMAZÁSA
SZARVASMARHÁK HÚSTERMELŐ KÉPESSÉGÉNEK ÉS
VÁGÓÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATÁRA**

Készítette:

Harangi Sándor

doktorjelölt

Debrecen

2013.

**ULTRAHANGOS MÉRÉSI TECHNIKA ALKALMAZÁSA
SZARVASMARHÁK HÚSTERMELŐ KÉPESSÉGÉNEK ÉS
VÁGÓÉRTÉKÉNEK VIZSGÁLATÁRA**

Értekezés a doktori (Ph.D.) fokozat megszerzése érdekében
az állattenyésztési tudományok tudományágban

Írta: Harangi Sándor okleveles agrármérnök

Készült a Debreceni Egyetem Állattenyésztési Tudományok doktori iskolája
(Kérődzők – Állatitermék - Előállítás Doktori Program) keretében

Témavezető: Dr. Béri Béla egyetemi docens

A doktori szigorlati bizottság:

elnök: Dr. Komlósi István egyetemi tanár, PhD

tagok: Dr. Szabó Ferenc egyetemi tanár, DSc

Dr. Nagy Géza egyetemi tanár, CSc

A doktori szigorlat időpontja: 2013. február 22.

Az értekezés bírálói:

Dr. Szabó Ferenc egyetemi tanár, DSc

Dr. Polgár J. Péter egyetemi docens, CSc

Aláírás

.....

.....

A bírálóbizottság:

elnök: Dr. Mihók Sándor egyetemi tanár, CSc

tagok: Dr. Komlósi István egyetemi tanár, PhD

Dr. Tózsér János egyetemi tanár, DSc

Dr. Gulyás László egyetemi docens, PhD

Novotniné Dr. Dankó Gabriella egyetemi docens, PhD

Aláírás

.....

.....

.....

.....

.....

Az értekezés védésének időpontja: 2013.....

Tartalomjegyzék

BEVEZETÉS	4
1. CÉLKITŰZÉSEK	6
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	9
2.1. A húsmarhatenyésztés jelentősége és helyzete a világon	9
2.2. Az ultrahangos technika felhasználási lehetőségei az állattenyésztésben ...	12
2.3. A real-time ultrahangos technika szerepe a szarvasmarhák hústermelő képességének javításában	15
2.4. Az ultrahangos mérésekkel kapcsolatos módszertani vizsgálatok	18
2.4.1. A többszöri ultrahangos mérések eredményeinek ismételtetősége	19
2.4.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága	21
2.5. Növendék bikák faggyúsodásának és bizonyos izomcsoportjainak mérése real-time ultrahangos technikával	23
2.6. Növendék bikák hústermelő képessége	25
2.6.1. Magyar tarka növendék bikák hústermelő képessége	27
2.6.2. Charolais növendék bikák hústermelő képessége	30
2.7. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések húsmarháknál	35
3. SAJÁT VIZSGÁLATOK	46
3.1. Anyag és módszer	46
3.1.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételtetősége	46
3.1.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága.....	53
3.1.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával.....	54
3.1.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízó bikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése	57
3.1.4.1. A vizsgálat körülményeinek bemutatása	57
3.1.4.2. A hízó bikák vágása.....	59
3.1.4.3. A vágott testek hússzéki bontása	60
3.1.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízó bikáknál.....	61
3.2. Vizsgálati eredmények és azok értékelése	63
3.2.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételtetősége	63
3.2.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága.....	67
3.2.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával.....	73
3.2.3.1. Magyar tarka tenyészbika-jelöltek ultrahangos vizsgálatai	73
3.2.3.2. Charolais tenyészbika-jelöltek ultrahangos vizsgálatai.....	82

3.2.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízóbikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése.....	89
3.2.4.1. Hizlalási eredmények.....	89
3.2.4.2. Vágási eredmények.....	91
3.2.4.3. Csontozási eredmények.....	94
3.2.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál.....	98
4. KÖVETKEZTETÉSEK.....	105
4.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételtetősége.....	105
4.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága.....	105
4.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával.....	106
4.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízóbikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése.....	107
4.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál.....	107
5. ÚJ TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEK.....	109
6. AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTHATÓSÁGA.....	110
7. ÖSSZEFOGLALÁS.....	112
8. SUMMARY.....	116
9. IRODALOMJEGYZÉK.....	120
10. PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK.....	135
11. TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE.....	138
12. KÉPEK JEGYZÉKE.....	141
13. MELLÉKLETEK.....	142
14. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	145
15. NYILATKOZATOK.....	147

Rövidítések jegyzéke

Rövidítés	Kifejezés	Rövidítés	Kifejezés
CH	charolais	NÉBIH	Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal
CHFAG	vágott testen mért HFAG a 12/13. bordák között	OMMI	Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet
CMÁR	vágott testen mért márványozottság	P8	ultrahanggal mért fartájéki bőr alatti faggyúvastagság – P8 (ausztrál módszer)
CROT	vágott testen mért rostélyos keresztmetszet területe	Rel. ROT	relatív rostélyos keresztmetszet terület
CROT _{11/12}	CROT a 11/12. bordaközben mérve	RMSE	átlagos négyzetes eltérés négyzetgyöke
CROT _{12/13}	CROT a 12/13. bordaközben mérve	ROT	rostélyos keresztmetszet területe
EBV	becsült tenyészték	RTU	real-time ultrahangos technika
ESD	szórás hibája	SE	átlagérték hibája
FTF	ultrahanggal mért fartájéki bőralatti faggyúvastagság – rump fat (USA módszer)	SE CV%	átlagérték relatív hibája
FVM	Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Hivatal	STV	sajátteljesítmény-vizsgálat
GMV	gluteus medius izom vastagsága	UGC	Ultrahangos Irányelvek Tanácsa (USA)
HE	hereford	UHFAG	ultrahanggal mért HFAG a 12/13. bordák között
HFAG	bőr alatti hátfaggyú vastagság	UMÁR	ultrahanggal mért márványozottság
TFV	testfal vastagság	UROT	ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület
ITV	ivadékteljesítmény-vizsgálat	UROT _{11/12}	UROT a 11/12. bordaközben mérve
KSTV	központi sajátteljesítmény-vizsgálat	UROT _{12/13}	UROT a 12/13. bordaközben mérve
LI	limousin	USÚLY	az állat súlya az ultrahangos vizsgálatkor
MFSÚLY	meleg féltetek súlya	ÜSTV	üzemi sajátteljesítmény-vizsgálat
MT	magyar tarka		

„The future of the beef industry will be dependent on our ability to continue producing high-quality beef for a global market through effective use of genetics, new technologies and economic management strategies.”

(Corah, L. R., 2008)

Bevezetés

Az állati termékek iránti mennyiségi és minőségi igény a következő évtizedekben várhatóan minden korábbi történelmi időszakot meghaladó módon növekedni fog. Ennek hátterében elsősorban Kína, India és a gyorsan fejlődő kelet- és dél-kelet ázsiai, óceáni térség áll a 3 milliárdnyi potenciális fogyasztójával. A lakosság részéről nagy mennyiségben és megfelelő minőségben igényelt állati eredetű élelmiszerek előállítása alapvetően nagy termelőképességű genotípusokkal, intenzív, komplex termelés-technológiai feltételek mellett valósítható meg (HORN, 2007).

A marhahús jelentős szereppel bír a Föld lakosságának élelmezésében, a baromfi- és sertéshús után a harmadik legfontosabb húsféle. A minőségi marhahús iránt folyamatos kereslet mutatkozik, ugyanakkor a fogyasztás mértékében jelentős eltérések figyelhetők meg az egyes országokban. Hazánkban az egy főre vetített marhahúsfogyasztás mindössze 2,5 kg, így aránya az összes húsfogyasztáson belül 4,4% (KSH, 2012). Az elmúlt évtizedekben Magyarországon túlnyomórészt a tejhasznosítású selejt tehének húsa jelentette a fogyasztók számára az elérhető terméket, a jó minőségű vágómarhák túlnyomó többségét exportpiacokon helyezik el. Részben emiatt nem alakult ki nálunk a marhahús fogyasztásának kultúrája, így a fogyasztóknak nincs ismeretük a minőségi marhahúsról. A hazai fogyasztók marhahús iránti bizalmának megnyeréséhez, illetve az exportpiacok megőrzéséhez szükség van a hazai állományok genetikai értékének folyamatos fejlesztésére. A minőség alapú piacon az ágazat a versenyképességét csak kiváló minőségű, egyöntetű végtermék előállításával tudja megőrizni. Ennek következtében a húsmarhafajták nemesítése során a hústermelő képesség javítása várhatóan központi helyet foglal el a jövőben.

A fogyasztók igénye az utóbbi időben az alacsony zsírtartalmú húsok irányába tolódott el. A zsírdepók csökkentése növekedésserkentő készítmények segítségével hatékonyan érhető el, de a fogyasztói ellenérzések miatt alkalmazásuk erőteljesen kétséges (FISHER, 1990; BOZÓ, 1993). A hústípusú szarvasmarhák testösszetételének genetikai úton történő megváltoztatása a fogyasztók szempontjából biztonságosnak tekinthető.

A test szöveti összetételéről a hasított féltetek kicsontozásával kapható pontos információ, ez azonban költséges, munka- és időigényes folyamat.

A vágóérték javítását célzó szelekció hagyományosan az ivadékok vágott testének értékelésén alapul, mely során 3-5 év alatt ismerhető meg a tenyészbika-jelölt valószínű értéke. Ezen időszak lerövidítése miatt a szarvasmarha tenyésztők törekednek a tenyész- és hízóállatok testösszetételének élő állapotban történő megállapítására alkalmas módszerek kidolgozására. Sertés, juh és nyúl fajoknál élő állaton, röntgenkomputeres és mágneses rezonanciás tomográfus módszerrel a testösszetétel nagy pontossággal becsülhető. Szarvasmarhánál a faj méretei miatt ezek a módszerek csak a fiatal egyedek, vagy a vágott testből kinyert testrészek szöveti összetételének vizsgálatára használhatóak. Üzemi körülmények között a vágóérték becslése real-time ultrahangos technikával valósítható meg. Egyes fejlett húsmarhatenyésztéssel rendelkező országokban az ultrahangos méréseket széles körben használják a vágóérték javítását célzó szelekciós munkában. Továbbá eredménnyel alkalmazzák a hízóállatok bőr alatti faggyúvastagságának, márványozottságának és egyes izomcsoportok méretének becslésére, azok változásának előrejelzésére a hizlalási időszak alatt.

Magyarországon a nemzetközi gyakorlattal ellentétben a teljesítmény-vizsgálatok során – a hereford és angus fajtákat kivéve – csak a fiatal tenyészbika-jelöltek növekedési kapacitását, növekedési erélyét és küllemét vizsgálják. Az ultrahangos mérések adta számos lehetőség gyakorlatba történő széles körű átültetése ezidáig nem valósult meg.

Az ultrahanggal mérhető, vágóértéket jellemző tulajdonságok hazai körülmények között történő vizsgálata, próbavágásokkal egybekötve lehetőséget teremthet a különböző genotípusú szarvasmarhák faggyúsodási, illetve izomnövekedési sajátosságainak feltárására, az ultrahangos mérések és a vágóérték közötti kapcsolat megismerésére. A tenyészállatok vágóértékéről ultrahanggal gyűjtött adatok tenyészértékbecslésbe történő beépítése nemzetközi szinten is gazdaságossá és versenyképesé teheti a hazai húsmarhatenyésztést, növelve a magyar tenyészállatok iránti külföldi keresletet.

1. Célkitűzések

A húsmarhatenyésztés területén nagy hagyományokkal rendelkező országokban (USA, Kanada, Ausztrália, Új-Zéland) több tenyésztő szervezet beépítette az ultrahangos felvételeken alapuló méréseket a többlépcsős tenyészérték-bebecslésbe. Számos tanulmány bizonyítja, hogy a real-time ultrahangos (RTU) technikával gyűjtött adatok tenyésztési programokban történő felhasználása révén fejleszhető a szarvasmarhák hústermelő képessége, élő állapotban becsülhető a hízómarhák vágóértéke, illetve előre jelezhető a vágásérettség elérésének időpontja. Ezek az előnyök hozzájárulhatnak a vágómarha-előállítás jövedelmezőségének jelentős javulásához nemcsak külföldön, hanem hazánkban is. Ezek az előnyök az ágazat fennmaradásának, illetve folyamatos fejlődésének a lehetőségét teremthetik meg.

Az ultrahangos technikában rejlő lehetőségek keltették fel az érdeklődésemet a téma iránt. Magyarországon több publikáció is született az ultrahangos mérésekkel kapcsolatban, de a módszer széles körű gyakorlatba történő átültetése ezidáig nem történt meg. Az ultrahangos mérések tenyészértékbecslésbe történő bevezetése előtt számos vizsgálat elvégzése szükséges. A hazánkban legelterjedtebb húsmarha genotípusok ultrahanggal mérhető növekedési jellemzőinek (izom beépülés, faggyúsodás üteme) megismerése rendkívül fontos. A vágóérték és az ultrahanggal mért tulajdonságok közötti kapcsolatok megismeréséhez elengedhetetlen az ún. próbavágások elvégzése és a vágási, csontozási eredmények kiértékelése. Bizonyos országokban már léteznek ultrahangos mérésekre alapozott, in vivo testösszetételt becsülő egyenletek, de ezek hazai gyakorlati alkalmazhatósága számos nehézségbe ütközik az eltérő fajta, ivar, kor, takarmányozás, tartástechnológia, éghajlati tényezők és egyéb okok miatt. A magyarországi körülmények között végzett próbavágások eredményeire alapozott becsülő egyenletek létrehozása ezen okok miatt jelentősnek számít.

Kutatásom a real-time ultrahangos technika húsmarhatenyésztésben történő hazai felhasználási lehetőségeinek vizsgálatára irányult a húshasznú magyar tarka és a charolais fajtáknál. A témához szorosan kapcsolódva – részben adatot szolgáltatva a módszertani vizsgálatokhoz és a testösszetételt ultrahangos tulajdonságokból becsülő egyenletekhez – arra is választ kerestem, hogy a vágósúly növekedésével milyen

változások figyelhetők meg a charolais hízbikák hústermelő képességében. A kapott eredmények közzétételével a charolais fajta vágóértékéről hasznos információk nyújthatók a húsmarha-vertikum magyar és külföldi szereplői számára egyaránt.

A vizsgálataim főbb területei az alábbiakban foglalhatók össze:

1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételhetősége:

- A real-time ultrahangos technikával mérhető tulajdonságok (rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú vastagság, P8 és amerikai módszerrel mért bőr alatti fartájéki faggyúvastagság) többszöri mérési eredményeinek ismételhetőség vizsgálata hazai körülmények között.
- Ultrahanggal mérhető kiegészítő vagy alternatív tulajdonságok (gluteus medius izom vastagság, testfal vastagság) ismételhetőségének vizsgálata. A vizsgálatukat indokolja, hogy ezek a tulajdonságok könnyen mérhetőek élő állaton és a színhús kihozatal becslésére létrehozott egyenletekbe könnyen bevonhatóak.

2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága:

- Az ultrahangos mérések megbízhatóságának vizsgálata a rostélyos keresztmetszet terület 11/12. és a 12/13. bordaközben történő megállapításakor.
- Az ultrahangos felvételek ismételt kiértékelése milyen hatással van a rostélyos keresztmetszet terület mérésének pontosságára?
- Befolyásolja-e a vágott testen meghatározott rostélyos keresztmetszet terület mérete az ultrahangos mérés pontosságát?

3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával:

- Húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika-jelöltek növekedési jellemzőinek vizsgálata ultrahangos méréseken keresztül.
- Ultrahanggal mért, a nemzetközi gyakorlatban széleskörűen alkalmazott és alternatív tulajdonságokról adatok szolgáltatása.
- A sajátteljesítmény-vizsgálat elején és végén mérhető ultrahangos tulajdonságok, valamint az életkor és élősúly értékei közötti kapcsolat vizsgálata.

- A sajátteljesítmény-vizsgálat végén várható ultrahangos adatok becslése a beállításkor mért adatokból az egyedek előszelekciójának elvégzése érdekében.

4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízóbikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése:

- Hogyan befolyásolja a hizlalási végsúly a charolais hízóbikák hízékonyságát?
- Milyen hatással van a vágósúly az állatok vágási, valamint csontozási eredményeire?

5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál:

- A vágást megelőzően ultrahanggal mért és a vágott testen meghatározott tulajdonságok közötti összefüggések vizsgálata.
- Ultrahanggal mért tulajdonságok segítségével a vágóérték becslésére szolgáló egyenletek létrehozása.
- Ultrahangos módszerrel mért alternatív tulajdonságok bevonása a féltetek súlyának, a húskitermelési arányának, a színhústermelésnek, valamint a kivágott faggyú, a színhús és az I. osztályú húsok mennyiségének és arányának becslésére létrehozott egyenletekbe, a becslés pontosságának javításához.

A fenti kérdések megválaszolása során az általam megállapítottakat a hazai, illetve a nemzetközi szakirodalomban szereplő eredményekkel vettem össze. Dolgozatommal a real-time ultrahangos technika felhasználási lehetőségeit vizsgálom, mely érdeklődésre tarthat számot a magyarországi húsmarha ágazat valamennyi szereplője részéről is.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. A húsmarhatenyésztés jelentősége és helyzete a világon

A húsmarhatenyésztés a világ számos országában nagy jelentőséggel bíró ágazat. A húsmarha a legelőterületek hasznosításával az ember számára közvetlenül nem hasznosítható növényi biomasszából állít elő biológiailag értékes marhahúst. A szarvasmarhát az emberiség három fő célból tenyészt (BODÓ, 2005).

A szarvasmarhák nemesítése a 18. század második felében kezdett kibontakozni, ezt megelőzően a mai értelemben vett fajtákról nem beszélhetünk. Az egyhasznú húsmarhafajták kialakulása az éghajlati adottságok függvényében a 19. században kezdődött, melynek következményeként földrészenként eltérő marhahús-termelési rendszerek alakultak ki (HAJAS, 1982). Franciaország és Olaszország dús fűvű legelőin nagytestű későn faggyúsodó húsmarhafajták jöttek létre. A hűvösebb éghajlatú Angliában a kistestű, faggyúsabb húsmarhafajták alakultak ki.

Észak-Amerikában (USA, Kanada) a külterjes, nagy legelőterületek hasznosítására alkalmas húsmarhatartás honosodott meg. A hízóalapanyag előállítása a „húshasznú anyatehén és borja” tartási rendszerben, míg a növendék állatok végsúlyra hizlalása nagy alapterületű fedetlen karámrendszerben, nagycsoportos tartásmódban történik (BODÓ et al., 1985; CORAH, 2008). A tengerentúlon először a brit húsmarhafajták használata volt a jellemző (angus, hereford, shorthorn), de az 1960 és 1970-es években szinte valamennyi kontinentális húsmarhafajtából importáltak, melyek közül a legjelentősebbek a szimentáli, a charolais, a limousin, a rouge des près és az olasz húsmarhafajták voltak (NAGY et al., 1985). Ezen fajtákat később a saját külterjes viszonyaiknak megfelelő típusúvá nemesítették (SZABÓ, 2005).

Az USA déli területein, Közép- és Dél-Amerikában, valamint Afrika és India többségében takarmányszegény övezeteiben a jól akklimatizálódó brit fajták mellett a zebufajták és keresztezéseik tartása a leggyakoribb (HAJAS, 1984). Dél-Afrikában, Ausztráliában és Új-Zélandon a brit fajtákra alapozva alakították ki a helyi viszonyokhoz alkalmazkodó fajtákat (afrikander, murray grey). A későbbiekben a többkomponensű húsmarha hibridek nemesítése is elkezdődött a hetrózishatás

kiaknázása céljából, melyben az USA (MARC) és Franciaország (INRA-95) jeleskedett (HAJAS, 1984).

A fogyasztói igények folyamatos változásával párhuzamosan változott a húsmarhafajták típusa is (BROWN et al., 1991). A teljesítményvizsgálat nélkül folytatott szelekció során a tenyésztők a zömök, kompakt állatok tenyésztését favorizálták. Ezen marhákra a kisebb és rövidebb izmok és az elzsírosodásra való hajlam volt a jellemző. A hasított testük vastag faggyúval borított volt, amely az értékes testtájakat is körülvette. A teljesítmény-vizsgálat elterjedését követően a szarvasmarha testméretei gyors és tartós növekedésnek indultak. Az 1950-1960-as évektől kezdve a tenyésztők olyan húsmarhát igyekeztek előállítani, mely minél kevesebb takarmányból, minél rövidebb idő alatt éri el a kívánt méretet és mégis kiváló minőségű húst termel (MÉSZÁROS, 1975). A célzott keresztezési programok alkalmazása is egyre népszerűbbé vált. Az árutermelő állományokban világszerte elterjedt a hereford, az angus és ezen fajták keresztezett teheneinek befejező fajtákkal történő termékenyítése (CUNDIFF et al., 1993). A tervszerűen alkalmazott keresztezési programokban maximálisan kihasználhatók a felhasznált fajták kedvező tulajdonságai, mivel azok kiegészítik egymást (GREINER, 2002).

A fajta, illetve a keresztezési konstrukció helyes megválasztása mindig is a fontos döntések közé tartozott az árutermelő húsmarha állományokban (DAVIS et al., 1994; ALBERTI et al., 2008). Ezt támasztja alá HORN (1973a) és WHEELER (2005) is, miszerint a hústermelés szempontjából ideális fajta nem létezik. A borjúszaporulat és az egyedi hústermelés minden tulajdonság esetében antagonisták, melynek feloldása csak a borjú-előállító „növonallal” és a kívánatos végterméket produkáló „hímvonallal” kettéválasztása útján valósítható meg. A biológiai típusok alapján a szelekciós szempontok jól elkülöníthetőek (HAJAS, 1984). Az ideális növonallal szembeni követelmények sokrétűek, melyeket szinte kizárólag a kombinációs lehetőségek kihasználásával előállított populáció elégíthet ki (BOZÓ, 1993).

Összességében elmondható, hogy a húsmarhatenyésztés jövőjét elsősorban az határozza meg, hogy mennyire tudjuk hatékonyan kihasználni a genetika és az új technológiák adta lehetőségeket a kiváló minőségű marhahús előállítására érdekében. A szarvasmarhatenyésztés helyzetének komplex elemzéséhez elengedhetetlen

megvizsgálni a marhahús-előállítás, kereskedelem és fogyasztás jelenlegi helyzetét a világ, az EU és Magyarország vonatkozásában egyaránt.

A marhahús előállításban vezető szerepet az USA, Brazília, az EU és Kína tölt be, ugyanis a 6 millió tonna globális termelésből 55%-ot képviselnek. Említést érdemel Argentína, Oroszország és Ausztrália termelése, nemzetközi kereskedelme is. A világtermelés 12%-a kerül a globális piacra. Az USA marhahústermelése az elmúlt évek aszályos időszakának köszönhetően 2,3%-kal esett vissza 2012-ben. Az OECD és a FAO (2012) előrejelzése szerint az USA és a globális marhahústermelés 2014-től kezdve fog újra növekedésnek indulni. A kibocsátás 15%-kal nőhet 2021-re a 2009-2011 közötti időszak átlagához képest, ugyanakkor a fogyasztás a fejlődő országokban 25%-kal, a fejlett országokban 7%-kal emelkedhet (OECD-FAO, 2012).

Az EU marhahústermelésének 60%-a a tejágazat mellékterméke, a termelés csökkenése előreláthatóan folytatódik. A szarvasmarha állomány 2011-ben 86 millió egyed volt. A legtöbb marhahúst Franciaországban, Németországban, Olaszországban és az Egyesült Királyságban állítják elő. A fogyasztásban viszont a sorrend Olaszország, Egyesült Királyság és Németország (EC, 2012). Az EU 2003 után marhahúsból nettó importőr lett, majd szerény mértékben nettó exportőr, de mára újra nettó importőri pozícióba került. Az EU borjúhústermelésének majdnem kétharmadát (66%) Spanyolország, Hollandia és Franciaország állítja elő. Az EU marhahús előállításának felét pedig Franciaország, Németország és az Egyesült Királyság adja.

Magyarország szarvasmarha állománya 2012. december 1-én 753 ezer volt, amelyből 336 ezer a tehén. A húshasznú tehenek száma pedig eléri a 82 ezret (KSH, 2013). A törzskönyvi ellenőrzésben szereplő húshasznú tehenek száma 2012. január 1-én 49 ezer volt, melyből 28 ezer a fajtatiszta és 21 ezer a keresztezett tehenek száma. A fajtatiszta tehenek mintegy 40,4%-át a magyar szürke teszi ki, melyet az angus, a húshasznú magyar tarka, a charolais, a limousin és a hereford követ sorrendben 12,8; 12,3; 11,4; 10,8; 9,1%-kal. A keresztezett állományban vezető szerepet a charolais (29,2%), a limousin (27,6%) fajták játszanak, melyeket az angus (22,5%) és a hereford (14,4%) fajták követnek (NÉBIH, 2013). Minimális szereppel bírnak hazánkban a galloway, a blonde d'aquitaine és a fehér-kék belga fajták (1. táblázat). Ezek közül több fajta esetében várható létszámnövekedés a kedvező tulajdonságaik miatt.

1. táblázat: A törzskönyvezett húshasznú tehénlétszám alakulása 2011-ben Magyarországon

Fajta	Fajtatiszta		Keresztezett		Összesen	
	Létszám, n	Arány, %	Létszám, n	Arány, %	Létszám, n	Arány, %
Magyar szürke	11 437	40,4	844	4,1	12 281	25,0
Húshasznú magyar tarka	3 478	12,3	301	1,4	3 779	7,7
Angus	3 638	12,8	4 678	22,5	8 316	16,9
Hereford	2 578	9,1	2 999	14,4	5 577	11,3
Galloway	287	1,0	0	0,0	287	0,6
Limousin	3 065	10,8	5 741	27,6	8 806	17,9
Charolais	3 247	11,4	6 074	29,2	9 321	19,0
Blonde d' aquitaine	600	2,1	111	0,5	711	1,4
Fehér-kék belga	9	0,1	51	0,2	60	0,1
Összesen	28 339	100,0	20 799	100,0	49 138	100,0

Forrás: NÉBIH, 2013

A húshasznú vágómarhák elsősorban a külpiacokon kerülnek értékesítésre, ezért az ágazati szereplők kiszolgáltatottsága viszonylag nagy. A hazai minőségi marhahús értékesítési ára nagymértékben az exportpiacok függvénye. Az árstabilitás szempontjából meghatározó jelentőségű a hazai kereslet. A hazai marhahústermelés több mint 50%-át a fejt állományokból származó selejt tehének adják, nem pedig a minőségi vágóalapanyagot jelentő fiatal húshasznú növendék bikák. A Minőségi Marhahús Program választékbővítést nyújthat a magyar fogyasztóknak, amihez elengedhetetlen a kiegyensúlyozott minőségű végtermék folyamatos előállítás (POPP – POTORI, 2010). Ezért is fontos, hogy a hazai tenyésztési programokban kellő hangsúlyt fektessenek a hústermelő képesség javítására, ami javító hatású tenyészállatok használata révén lehetővé teszi a kiváló minőségű hízóállatok előállítását. A versenyképesség megőrzése érdekében erre abban az esetben is szükség van, ha ezek az állatok hazai vágóhidakon kerülnek feldolgozásra vagy élő állatként exportáljuk azokat.

2.2. Az ultrahangos technika felhasználási lehetőségei az állattenyésztésben

A fogyasztók világszerte egyre inkább az egészséges, kevésbé zsíros húsokat részesítik előnyben. Az alacsony faggyútartalom elérését segítő növekedésserkentő készítmények használatát nagyrészt elutasítják (CASSENS, 1999). A hústípusú állatok

testösszetételének genetikai úton történő megváltoztatása a fogyasztókra nézve biztonságos, de költséges és időigényes folyamat. A vágóérték, a húsminőség javítására irányuló szelekció meggyorsításához olyan módszerek szükségesek, melyekkel a tenyészállat-jelöltek, illetve a vágóállatok testösszetétele az egyed károsodása nélkül, élő állapotban, viszonylag nagy pontossággal megállapítható (HORN, 1991).

Az ultrahangos mérés alapvetően két különböző módszerrel valósítható meg (AUGUSTINI et al., 1993; PÁSZTHY, 2000). A régebbi eljárás az ultrahang reflexióján alapszik. Ezek az első ultrahangos készülékek csak a távolságok mérésére voltak alkalmasak (A-típusú készülékek). Az adó és a vevő általában ugyanaz a piezoelektromos kristály volt, ami a kibocsátott ultrahang hullámot érzékelt és a visszaverődött hullámokat jelenítette meg. Az M-módú ultrahangozás során az A-módhoz hasonlóan egy vonal mentén nyertek információt egy adó és egy vevő segítségével. A kibocsátott ultrahang hullámok visszaverődtek a határfelületekről és ezt érzékelt a vevő. Ezt a módszert általában mozgó felületek esetén alkalmazzák, pl. a szív és a szívbillentyűk vizsgálatára vagy a magzati szívverés vemhességvizsgálat céljából történő megállapítására.

Az újabb, ún. B-típusú készülékek fekete-fehér kontraszt különbségeket jelenítenek meg, és ezért felület mérésére is alkalmasak. A fejlesztések eredményeképpen létrejöttek az ún. real-time (valós idejű) készülékek, melyek a B-típusnak az egyik újabb változatát jelentették. Ezek már kétdimenziós keresztmetszeti kép előállítására is alkalmasak. A lineáris fej teljes hosszában elhelyezett piezoelektromos kristályok részleges aktiválása következtében mozgást is megjelenítő azonnali élő kép állítható elő. Az ultrahangos kép pontok sokaságából épül fel. Az ultrahang készülékek által készített képeken valamennyi képpont (a fehértől a feketéig) egy szürke skála árnyalataiból áll (GÁBOR, 2005).

Az ultrahangos technikát a humángyógyászatban először az 1940-es évek elején alkalmazták, majd az 1950-es évek közepétől az állattenyésztésben is egyre inkább elterjedt a lágyszövetek diagnosztikai céllal való képalkotása. A sertésenyésztésben ebben az időben igen kiterjedt kutatásokat folytattak a gyakorlati alkalmazásban rejlő lehetőségek kiaknázására (HETZER et al., 1956; PRICE et al., 1960). Szarvasmarha fajban elsőként TEMPLE et al. (1956) végeztek ilyen méréseket.

Az ultrahangos mérés technika állattenyésztés területén történő felhasználása egyre szélesebb körben elterjedt. A sertés tenyésztésben az 1970-es évek közepétől használják a vágóérték becslésére, és számos közlemény a testösszetétel nagy pontosságú becsléséről ad tájékoztatást (WILSON, 1992). A baromfi nemesítésben is találhatunk példákat az ultrahangos technika alkalmazására vonatkozóan. A húshasznú hibridek tenyésztésében DIXSON et al. (2000), MELO et al. (2000) és MELO et al. (2003) élő csirkéken ultrahanggal megállapított mellizom szélesség, -hossz és -vastagság adatok matematikai egyenletekbe rendezésével a hasúri hár és a mellfilé mennyiségét, illetve méretét becsülték. A real-time ultrahangos technikát széles körben használják a juhtenyésztésben is a test szöveti összetételének, a vágóértéknek a becslésére. Több anatómiai ponton is mérhető a faggyú-, illetve az izomvastagság (MAHGOUB, 1998; CADAVEZ, 2000). RIPOLL et al. (2009) a 10-11-12-13. hátcsigolya, illetve az 1-2-3-4. ágyékcsigolya magasságában becsülték a hátfaggyú-, illetve a rostélyos vastagságát. Ezekből az értékekből – stepwise regressziós módszer segítségével – becsülték a bárányok testszöveti összetételét, melyről pontos információt az állatok vágása után nyertek. A francia húsjuhfajták tenyésztési programjaiban is fontos szereppel bírnak az ultrahangos technikával becsült paraméterek (TIPHINE, 2011). A központi-teljesítményvizsgáló állomásokon rutinszerűen mérik a tenyészkos-jelöltek hátfaggyú vastagságát és rostélyos vastagságát, melyet a tenyésztékbecslésbe is beépítettek. Az ultrahangos mérések felhasználásával a juhok izommennyisége javítható, a viszonylag alacsony költségek miatt a tenyésztési programokban javasolható az alkalmazása (CAMERON – BRACKEN, 1992). PAJOR et al. (2008) ultrahangos módszerrel megállapították, hogy a magyar merinó kosbárányok hosszú hátizom vastagsága és a színhús mennyisége között szoros összefüggés ($r = 0,74$; $P < 0,05$) figyelhető meg. Nagyobb számú egyed vizsgálatát követően véleményük szerint a hosszú hátizom vastagsága alapján előre jelezhető a juhok színhús mennyisége.

Az 1980-as évek közepétől a real-time készülékek megjelenése után a szarvasmarhatenyésztésben is gyakran alkalmazták az ultrahangos technikát (WILSON, 1992; HOUGHTON – TURLINGTON, 1992). Az ultrahang sebességén alapuló módszerrel (VOS) a faggyútartalom-becslésére vonatkozóan Franciaországban és Angliában számos kutatás folyt (RENAND – FISHER, 1997; PORTER et al., 1990). Az eljárás bonyolultsága miatt hazánkban TÓZSÉR et al. (2001) a real-time ultrahangkészülékek (B-típus) gyakorlati alkalmazását javasolták. Ugyanakkor arról is

beszámoltak, hogy Franciaországban bevezették a VOS-eljárást a szarvasmarhák teljesítmény-vizsgálata során a faggyúsodás mérésére. Az amerikai egyesült államokbeli tenyésztőszervezetek kiváló példát jelentenek arra vonatkozóan, hogy a real-time ultrahangos technikával milyen módon fejleszthetők a húshasznú szarvasmarhák vágóértékkel összefüggő tulajdonságai. TAIT (2012) közlése szerint már 1989-ben képezték ki minősített ultrahangos technikusokat az USA-ban, elsőként a rostélyos keresztmetszet terület és a hátfaggyú vastagság mérésére. Hét évvel később pedig már a márványozottság mérésére is kiterjesztették az oktatást. 1998-2000 között az Iowa Állami Egyetem és az Amerikai Angus Tenyésztők Egyesülete az ultrahangos felvételi-készítés és feldolgozás logisztikai problémáinak megoldására közös kutatást kezdeményezett. A 2003. évtől az Ultrasound Guidelines Council (UGC-Ultrahangos Irányelvek Tanácsa) végzi az ultrahangos szakemberek képzését és az évenként megrendezett „szemegyezettő” tréningeket. A szervezet feladata az ultrahangos technikusok tudásának folyamatos fejlesztése, ellenőrzése, az általuk készített ultrahangos felvételek kiértékelése, illetve az így nyert adatok biztosítása a tenyészértékbecslést végző tenyésztőszervezetek számára (TAIT, 2012).

A szakirodalmi adatok alapján megállapítható, hogy az ultrahangos technika az állattenyésztés területén széles körben használt világszerte. Az állatorvostudományban a szaporodásbiológiai, illetve diagnosztikai felhasználása Magyarországon is gyakori. Ugyanakkor a hazai állattenyésztési gyakorlatban a gazdasági haszonállatok hústermelő képességének javítására ezidáig – egy kivételtől eltekintve – még nem használták fel.

2.3. A real-time ultrahangos technika szerepe a szarvasmarhák hústermelő képességének javításában

Az elmúlt évtizedekben a genetika, a takarmányozás, a tartástechnológia terén elért fejlesztések világszerte hozzájárultak a húsmarha ágazat fejlődéséhez. A minőség alapú piacon a tenyésztők csak kiváló minőségű, egyöntetű végtermék előállításával tudják megőrizni a piaci versenyképességüket, amelynek alapja a nagy genetikai értékű tenyészállatok használata. A vágóérték javítását célzó szelekció hagyományosan az ivadékok vágott testének értékelésén alapul. Az ivadékteljesítmény-vizsgálat (ITV) ezen formája munkaigényes és igen költséges folyamat. A szarvasmarha faj hosszú generációs intervalluma miatt a tenyészbika-jelöltek valós genetikai értéke 3-5 év alatt –

az ivadékok vágását, a vágási adatok értékelését követően – ismerhető meg (HERRING – KEMP, 2001). Ugyanakkor a real-time ultrahangos technika segítségével a fiatal tenyészbika-jelöltek vágóértékéről in vivo nyerhetünk információkat a sajátteljesítmény vizsgálat során.

Az elmúlt években az USA-ban, Kanadában és Ausztráliában több húsmarhatenyésztő szervezet beépítette az ultrahangos felvételeken alapuló méréseket a többlépcsős tenyészértékbecslésbe. Az Egyesült Államokban tesztállomásokon végzik az éves korú növendék bikák értékelését. A tesztidőszak alatt az állatok növekedési erélye mellett, ultrahangos technikával számos paraméter meghatározása történik, a közvetlenül a vágóértékre történő szelekció részeként (HERRING et al., 1994b). Az USA-ban a növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálata általában 112-150 napig tart (BERGEN et al., 1997). BROWN et al. (1991) véleménye szerint elegendő a növendék bikák növekedési erélyét 112 napig vizsgálni a sajátteljesítmény-vizsgálat során a növekedés lineáris szakaszában, ugyanis a 140 napig folytatott teszt nem nyújt többletinformációt. Kiemelik ugyanakkor, hogy a kutatóknak, szakértőknek és tenyésztőknek a kitűzött tenyésztési célok ismeretében közösen kell meghatározni a sajátteljesítmény-vizsgálat hosszát, hiszen az izom és faggyúbeépülés mértéke jelentősen függ az állat fejlettségi állapotától (BERG – BUTTERFIELD, 1976).

Ausztráliában rendszeresen közzéteszik a Breedplan tenyészértékbecslési rendszerrel elemzett fajták különböző tulajdonságainál tapasztalt genetikai trendeket. Ausztráliában 1989-ben kezdték a fartájéki faggyú vastagságának (P8) ultrahangos módszeren alapuló gyűjtését. A piaci igények minél pontosabb kielégítése érdekében azóta számítanak erre a tulajdonságra tenyészértéket (SUNDSTROM, 2006). Ezen kívül a hasított féltestek súlyára, a 12. borda fölött mért faggyúvastagságra, a rostélyos keresztmetszet területére, az intramuszkuláris faggyútartalomra és a hasított féltest százalékában kifejezett eladható tömegre is számítanak tenyészértéket (HOLLÓ et al., 2005c).

Franciaországban a mesterséges termékenyítésre is alkalmas tenyészbika-jelölteket központi teljesítményvizsgáló állomásokon tesztelik 10-16 hónapos életkor között teljes értékű, granulált takarmányon hizlalva. Minősítésük során növekedési erélyüket, takarmányértékesítő képességüket, küllemüket, illetve ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet területüket és a hátfaggyú vastagságát veszik figyelembe.

Hasonlóképpen tartják az ivadékvizsgálat keretein belül a tenyészbika-jelöltek ivadékait is (RENAND – FISHER, 1997).

Az ivadékteljesítmény-vizsgálat során is kihasználhatóak az RTU technika előnyei. Alkalmazásával nem szükséges megvárni a tenyészbikák ivadékainak levágását, hanem azokról in vivo gyűjthetők információk és az ivadékok teljesítménye alapján a tenyészbika átörökítő képessége értékelhetővé válik. Így az ITV költségtakarékosabb módon, az ivadékok levágása, hússzéki bontása nélkül lefolytatható, miközben azok faggyúsodásának mértékéről, illetve egyes izomcsoportjainak méretéről hasznos adatok gyűjthetők (HERRING – KEMP, 2001). DEVITT – WILTON (2000) a tenyészbika-jelöltek éves korban végzett ultrahangos mérési eredményeit az ivadékaik vágási adataival vetette össze. Eredményeik alapján ($r = 0,66-0,88$) javasolták a tenyészbika-jelöltek ultrahanggal történő vizsgálatát beépíteni a szelekciós programba.

TÓZSÉR et al. (2003b) megfogalmazása szerint a sajátteljesítmény-vizsgálat (STV) célja a tenyészbika-jelöltek előszelektálása növekedési, küllemi és szaporodásbiológiai tulajdonságaik alapján. Ez a hasznosítási típusnak megfelelő ivadékteljesítmény-vizsgálatba kerülés előfeltétele is. Magyarországon az STV időtartama alatt – minimum 120 nap – felvételezik az egyedek növekedésére jellemző adatokat, amelyet követően a tenyésztő szervezet elvégzi a küllemi bírálatot. A továbbtenyésztésre alkalmas egyedek minősítését követően az alábbi eredményeket teszik közzé: életkor és élősúly az STV kezdetén, végén, 205 napra korrigált testsúly, súlygyarapodás az STV alatt, 365 vagy 420 napra korrigált testsúly, minősítési index pontszám, csípőmagasság, here körméret, használati érték pontszám (OMMI, 2002). A hazai gyakorlat szerint az üzemi sajátteljesítmény-vizsgálat (ÜSTV) során a fiatal tenyészbika-jelöltek növekedési kapacitását és erélyét, valamint a küllemét vizsgálják. Kizárólag az angus és a hereford fajtáknál mérik ultrahanggal 1999-től a tenyészbika-jelöltek bőr alatti faggyúvastagságát a fartájékon az ÜSTV zárásakor (TÓZSÉR et al., 2004; MÁRTON, 2003). Éppen ezért Magyarországon a vágóérték élő állapotban történő értékelését lehetővé tevő ultrahangos technika megalapozása jelentheti a jövőbeni fejlesztések alapját, amelynek kapcsán szükséges a hazai tenyésztőszervezetek tapasztalatcseréje az ausztrál, valamint az amerikai szakmai szervezetekkel (DOMOKOS et al., 2002). TÓZSÉR et al. (2003a) szerint például a faggyúvastagság alkalmas lehet a vágóérték élő

állapotban történő előrejelzésére, ezért beépítését javasolják a szelekciós indexbe a produkciós tulajdonságok közé red és aberdeen angus fajtáknál.

A nemzetközi gyakorlatban látható példák alapján, hazánkban is fontosnak tartom megvizsgálni, hogy a teljesítmény vizsgálatok során milyen módon használhatjuk az ultrahangos méréseken alapuló bőr alatti faggyúvastagságra és izomméretre vonatkozó adatokat a tenyészbika-jelöltek teljesítményének összehasonlítására. A real-time ultrahangos technika segítségével a tenyészbika-jelöltek a sajátteljesítmény-vizsgálat végén (vagy akár azt megelőzően is) a saját ultrahangos paramétereik (rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú vastagság, P8, stb.) alapján rangsorolhatók lennének. Ennek köszönhetően vágóértékükkel kapcsolatos jellemzőikről élő állapotban kaphatnánk információt, melynek megbízhatósága természetesen nem éri el a vágóértékre vonatkozó ivadékteljesítmény-vizsgálatét (ITV).

2.4. Az ultrahangos mérésekkel kapcsolatos módszertani vizsgálatok

A real-time ultrahangos technikát (RTU) a húsmarhák testösszetételének becslésére több mint 50 éve alkalmazzák. Az évek folyamán a technika fejlődésével egyre korszerűbb ultrahangkészülékek jelentek meg, ezzel párhuzamosan a vágóérték élő állaton történő megállapítása is egyre pontosabbá vált. Az RTU tenyésztési programokban való felhasználása nagymértékben függ a hozzá fűzött bizalomtól, vagy annak hiányától, amit elsősorban a technika *megbízhatósága* határoz meg. COCHRAN – COX (1957) szerint akkor megbízható egy mérési adat, ha az minél közelebb áll a valós értékhez. Az ultrahangos technika megbízható gyakorlati alkalmazásához elengedhetetlen, hogy szoros összefüggés legyen az ultrahanggal élő állaton becsült és a vágás után mért ugyanazon tulajdonságok értékei között.

A *pontosság* a megfigyelések halmazának szórtságára vonatkozik. Más szóval, az RTU akkor tekinthető pontosnak, ha segítségével egy bikacsoportban adott tulajdonságban az egyedek között helyes sorrend állítható fel. Amennyiben a valós értékeknek megfelelően állapították meg a sorrendet, akkor a módszer megbízható és pontos is egyszerre. A tenyészértékek megállapításánál elegendő, ha a mérések csak pontosak, mivel a kortárs csoport hatását a számítások során kiküszöbölik.

Az *ismételhetőséget* az ugyanazon az állaton a többszöri mérés eredményei között fennálló korrelációval fejezzük ki (HERRING – KEMP, 2001). Az *ismételhetőség* kifejezésére a korrelációs együttható nem minden esetben alkalmas, mivel nem jellemzi pontosan a fennálló összefüggéseket. HOUGHTON – TURLINGTON (1992) szerint a korrelációs együttható nagymértékben függ a vizsgált állomány varianciájától és nem veszi figyelembe a torzítást. A hatékonyság és az *ismételhetőség* gyors értékeléséhez az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyökének (root mean squared errors – RMSE) kiszámítását javasolják. Ez a statisztikai mutató a technikusnak és a kiértékelésnek az adathalmaz varianciájától független értékelésre szolgál. A szórás hibáját is megadja (error standard deviation – ESD), mely kis mértékben korrigálja a technikus és a kiértékelés hatásának torzítását, mivel minden egyes mérés átlagostól való eltérését veszi figyelembe. Az elemszám növekedésével az RMSE megbízhatóbbnak számít, mert a technikus és a kiértékelés hatások torzításait nem korrigálja (HERRING et al., 1994a).

2.4.1. A többszöri ultrahangos mérések eredményeinek ismételhetősége

Számos közleményben számoltak már be a bőralatti faggyúvastagságról és a rostélyos keresztmetszetről készült ultrahangos felvételek értékelésének eltérő megbízhatóságáról. A vizsgált állat faja, a készülék típusa, a technikus szakmai hozzáértése és gyakorlottsága egyaránt jelentős módon befolyásolja a kiértékelés megbízhatóságát. BRETHOUR (1992) az ultrahangos hátfaggyú vastagság mérések ismételhetőségét vizsgálta. Az egymást követő mérések esetében $r = 0,975$ ismételhetőséget közöltek. Az átlagos eltérés 0,072 cm volt a két ultrahangos mérés között, a hiba mértéke a hátfaggyú vastagság nagyságától függött ($P < 0,001$). SMITH et al. (1992) az ultrahanggal mért ROT ismételhetőségének értékelésekor a leggyengébb eredményeket produkáló technikusnál $r = 0,36-0,37$, míg a legprecízebb technikus esetében $r = 0,82-0,90$ korrelációs együtthatót kaptak. A legrosszabb ismételhetőségi értéket elérő technikusnál az RMSE érték 11,32; míg a legjobbánál 3,89 volt. A HFAG mérésekor $r = 0,73$ és $0,90$ közötti korrelációs együtthatót becsültek, míg az RMSE értékek $0,14-0,20$ között változtak. DOBROWOLSKI et al. (1993) a megfelelő technikai feltételek teljesülésekor az ultrahangos mérések ismételhetőségét igen magasnak ($r = 0,99$), megbízhatóságát pedig nagyon jónak ($r = 0,79-0,92$) találták.

PERKINS et al. (1992a) 36 tinó hosszú hátizom területének értékelésekor $r = 0,81$ ismételhetőségi értéket kaptak. BRETHOUR (1992) 217 szarvasmarhán vizsgálta az ultrahangos hátfaggyú vastagság mérések ismételhetőségét. Az ismételhetőség az egymást követő mérések esetében $r = 0,975$ volt. Az átlagos eltérés két ultrahangos mérés között $0,072$ cm volt és a hiba nagysága közvetlenül a hátfaggyú vastagságától függött ($P < 0,001$). BERGEN et al. (1997) közlése szerint a rostélyos keresztmetszet területének ismételhetősége $r = 0,96$. HASSEN et al. (2001) 882 fajtatizsza, egyéves angus üszön és bikán végzett, 4 653 ultrahangos mérése alapján, a rostélyos keresztmetszetre vonatkozóan $r = 0,80-0,84$ közötti ismételhetőséget állapították meg. PERKINS et al. (1992b) tanulmányában az egymást követő napon végzett ultrahangos mérések között a ROT-nál $r = 0,86-0,87$, a HFAG-nál $r = 0,76-0,82$ összefüggést állapítottak meg két technikus segítségével. HASSEN et al. (1998) két technikus mérése alapján a hátfaggyú vastagságra $r = 0,96-0,97$, a rostélyos keresztmetszet területére $r = 0,79-0,92$ ismételhetőségi értéket számították.

HARTJEN et al. (1993) különböző genotípusú fiatal bikák ultrahangos vizsgálatai során a mérések ismételhetőségét széles skálán állapították meg ($r = 0,73-0,98$). Arra hívják fel a figyelmet, hogy az ultrahangos technikusoknak szükségeszerű tanfolyamokon részt venni a mérés ismételhetőségének javítása érdekében. HASSEN et al. (2001) szintén a precíz munkavégzésre helyezik a hangsúlyt az ultrahangos felvételek készítésekor, ami az eljárás megbízhatóságának is az alapját jelenti.

Hazánkban TŐZSÉR et al. (2006b) végeztek hasonló vizsgálatokat, ahol egymástól függetlenül, négy kezelő (A,B,C,D) két ismétlésben határozta meg holstein-fríz és magyar tarka ($n = 62$) hízóbikák P8 értékeit az ultrahangképek alapján. Nem találtak szignifikáns különbséget ($P > 0,01$) a négy független kezelő mérési eredményei között. Igen szoros korrelációs együtthatókat kaptak az ismételt mérések átlagértékei között ($r = 0,987-0,996$). Az összes kezelő által végzett mérések ($n = 248$) adataiból számított korrelációs együtthatót ($r = 0,993$; $P > 0,001$) igen szorosnak találták, valamint igen magas ismételhetőségi értéket állapítottak meg. TÖRÖK et al. (2011) a P8 és a fartájéki faggyúvastagság (FTF) mérési módszerek közötti eltérés kapcsolatát vizsgálták. Megállapították, hogy minél kisebb a bőr alatti faggyú mennyisége, annál nagyobb a különbség az ultrahanggal mért adatok között. A két mérési módszer közül az Ausztráliában használatos P8 mérést üzemi körülmények között könnyebben és

gyorsabban lehet elvégezni. Továbbá a kisebb mérési mélység nagyobb felbontású felvételt és ezáltal könnyebb értékelhetőséget eredményez. Az ultrahangos mérések megbízhatóságára, ismételhetőségére vonatkozó szakirodalomban fellelhető adatok alátámasztják, hogy az RTU technika alkalmas a szarvasmarhák vágóértékének élő állaton történő becslésére.

2.4.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága

A szakirodalomban elsősorban a rostélyos keresztmetszet terület, a rostélyos régiójában mért hátfaggyú vastagság mérésének megbízhatóságáról található források, melyeket a következőkben ismertetek. HERRING et al. (1994a) két, a gyakorlatban rutinszerűen használt real-time ultrahangkészülék megbízhatóságát hasonlították össze az ultrahangos szakemberek hatásának figyelembevételével. A rostélyos keresztmetszet terület esetében a műszer és a technikus megbízhatóságában jelentős eltéréseket tapasztaltak. A legkevesbé pontosan mérő technikusknál $r = 0,39$ és $r = 0,52$ közötti szorosságú összefüggést állapítottak meg, amíg a legpontosabb technikusknál $r = 0,71$ és $r = 0,72$ volt a korrelációs együttható. A legkevesbé megbízható műszer és technikus kombináció esetében az RMSE értéke 13,97, míg a legmegbízhatóbb kombinációnál 6,56 volt. A hátfaggyú vastagság esetében $r = 0,57$ és $r = 0,66$ közötti korrelációs együtthatókat állapítottak meg, míg az RMSE értékek is kis tartományon belül változtak (0,27-0,33). Megállapításuk szerint a faggyúsabb egyedekről nehezebb volt jó minőségű felvételeket készíteni, és pontatlanabb azok értékelése is.

HERRING et al. (1994b) vágás előtt 44 hereford apaságú tinó ultrahangos hátfaggyú vastagságát és rostélyos területét mérték 3 technikus segítségével. A technikusok két egymást követő napon végzett mérései között $r = 0,36-0,90$ szorosságú összefüggést számítottak a ROT esetén, míg $r = 0,69-0,90$ szorosságút a hátfaggyú vastagságra. PERKINS et al. (1992b) vizsgálatában az ultrahangos és a vágott testen mért eredmények közötti kapcsolat szorosságát a genotípus szignifikáns ($P < 0,01$) módon befolyásolta, ugyanakkor a két technikus, illetve a genotípus x technikus interakciónak nem volt hatása a megbízhatóságra. A hátfaggyú vastagság mérésekor $r = 0,86-0,87$, míg a rostélyos terület meghatározásakor $r = 0,76-0,82$ korrelációs együtthatót produkáltak a technikusok. PERKINS et al. (1992a) 494 bikát és 151 üszőt vizsgáltak meg a real-time ultrahangos technika megbízhatóságának és pontosságának értékelése

céljából. A rostélyos keresztmetszet terület esetében $r = 0,60$, a hátfaggyú vastagságnál $r = 0,75$ szorosságú összefüggést állapítottak meg. A megbízhatóság további értékelésére a vágott testen és az élő állaton meghatározott értékek közötti eltérést is felhasználták. A hátfaggyú vastagság értékeinél az eltérés nagysága az adatok 70%-nál 0,25 cm-nél, míg 95%-ánál 0,50 cm-nél kisebb volt. Az ultrahanggal megállapított ROT értékek 53%-a kevesebb, mint 6,25 cm²-rel, 84%-a pedig kevesebb, mint 12,5 cm²-rel tért el a vágott testen meghatározott értéktől. ROBINSON et al. (1992) a fartájéki faggyúvastagságnál $r = 0,92$, a hátfaggyú vastagságnál $r = 0,90$ és a rostélyos területnél $r = 0,87$ korrelációs együtthatót határoztak meg az ultrahangos és a vágott testen mért értékek között. Az átlag hibája sorrendben 0,081 cm; 0,088 cm; 5,1 cm² volt.

A különböző szerzők által publikált ultrahanggal élő állaton, illetve a vágott testeken megállapított bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet terület-értékek között becsült korrelációs együtthatókat a 2. táblázatban foglaltam össze.

2. táblázat: Élő állatokon ultrahanggal becsült, valamint a vágott testeken mért bőr alatti faggyúvastagság és a rostélyos keresztmetszet terület értékek között becsült korrelációs együtthatók

Szerzők	Műszer	HFAG	ROT
Brethour, 1990	Aloka 210 DX	0,87	n.a.
Duello et al., 1990	Aloka 633	0,87	0,75
Smith et al., 1992	Aloka 210 DX	0,82	0,63
Brethour, 1992	Aloka 210 DX	0,92	n.a.
May et al., 2000	Aloka 210 DX	0,81	0,61
Crews et al., 2002	Aloka 500	0,86	0,78
Greiner et al., 2003a	Aloka 500	0,89	0,86

Forrás: TÖRÖK et al., 2008a

Magyarországon TÖRÖK et al. (2007b) csoportonként 10-10 charolais, magyar tarka, limousin és magyar tarka x charolais F₁ hízó bika esetében 0,83 szorosságú összefüggést állapítottak meg az in vivo Falco 100 típusú real-time ultrahang készülékkel, illetve a vágott testeken planiméterrel meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékek

között ($P < 0,01$). Az ultrahangos fartájéki faggyúvastagság (P8) és az EUROP faggyúzottsági minősítés erős közepes kapcsolatban állt ($r = 0,69$; $P < 0,01$).

A ROT és a HFAG tulajdonságokon túlmenően mindenképpen szükséges más, alternatív mérési pontok megvizsgálása, melyek felhasználhatók lehetnek a vágóérték becslésére (BERGEN et al., 2005). A gluteus medius izom vastagsága lehet az egyik ilyen alternatív tulajdonság, amely JOHNS et al. (1993) szerint javítja az értékesíthető húsmennyiség becslését szolgáló egyenletek megbízhatóságát. További előnye, hogy a fartájéki faggyúvastagság megállapítására készült ultrahangos felvételen lemérhető a nagysága, többletmunka ráfordítása nélkül. Hasonlóan a FTF-hoz, nagysága könnyen megállapítható a felvételeken mivel egyszerűen csak két pont távolságát kell meghatározni. REALINI et al. (2001) szerint a világszerte széles körűen alkalmazott ultrahanggal megállapított ROT és HFAG mellett, a GMV és a FTF tulajdonságok javítják a vágóértéket becsülő egyenletek megbízhatóságát.

Magyarországon eddig nem született publikáció a gluteus medius izom vastagság és a testfal vastagság tulajdonságok mérésével kapcsolatban. Ezért a dolgozatban ezen tulajdonságok többretű vizsgálatát is indokoltnak tartom.

2.5. Növendék bikák faggyúsodásának és bizonyos izomcsoportjainak mérése real-time ultrahangos technikával

A húshasznú szarvasmarha tenyésztésben az RTU technikát széles körben használják a hízóállatok bőr alatti faggyúvastagságának, a rostélyos keresztmetszet területének, a farizom vastagságának és a márványozottságnak a meghatározására, illetve az ultrahangos paraméterekből a vágóérték becslésére (HOUGHTON – THURLINGTON, 1992; CREWS et al., 2002; GREINER, 1997; TAIT et al., 2005; WALL et al., 2004). Számos tanulmány foglalkozik olyan rendszerek kidolgozásával, melyek segítségével a tervezett vágás előtt 3-6 hónappal végzett ultrahangos mérések alapján becsülik a hizlalás befejezésének optimális időpontját. Ezzel a hízómarhák hizlalásának gazdaságossága és a vágott testek egyöntetűsége javítható. BRETHOUR (1990, 1991) USA-ban végzett tanulmánya során az egyedi súly és a hátfaggyú vastagság ismeretében különböző takarmányozási csoportokba sorolta a hízómarhákat, és ezzel 20 dollár többlet nettó jövedelmet ért el vágóállatonként. BRETHOUR (1994a; 1994b)

átdolgozta az általa korábban létrehozott módszert, a modellbe beépítette a márványozottságot. Kombinálta a hizlalásra történő beállítási súlyt, az ultrahanggal megállapított hátfaggyú vastagságot és márványozottságot, valamint az ökonómiai tényezőket (vágott test árának mátrixát és az előállítási költséget). Mindezek figyelembevételével igyekezett optimalizálni a hizlalási időszak hosszát a maximális profit elérése érdekében.

BASARAB et al. (1997) számítógépes modell segítségével 3-5 hónappal a vágás előtt egyöntetű csoportokba sorolta a hízómarhákat, hogy a faggyúsodás mértékének megfelelő takarmányozásban részesítse azokat a tervezett vágás időpontjáig. A módszer segítségével 15,5%-kal csökkent a vágott testek hátfaggyú vastagságában megfigyelhető variancia, szemben a vizuálisan kiválogatott hízóállatokkal. BASARAB et al. (1999) szerint Észak-Amerikában a vágott testek jelentős része nem felel meg a piac által támasztott minőségi követelményeknek, hiszen a hízómarhákat gyakran kiegyenlített csoportokban hizlalják, az értékesítés pedig nem az optimális hízottsági állapotban történik. Ezzel szemben a vágást megelőzően 3-4 hónappal az ultrahangos vizsgálatok alapján a megfelelő takarmányozási-értékesítési csoportba sorolt állatok súlygyarapodása, takarmányértékesítése, húskitermelési aránya jelentősen javult.

TAIT et al. (2002) szerint a fartájékon a bőralatti faggyúbeépülés mértéke jelentősebb fiatalabb életkorban, mint a bordatájékon. A hizlalás végső szakaszában a fartájékon a faggyúbeépülés üteme azonban lelassul. Azoknál a növendék bikáknál, amelyeknél a hizlalás kezdetén vastag faggyuréteg figyelhető meg a fartájékon, azoknál a legjelentősebb a bordatájéki faggyúbeépülés mértéke a hizlalási időszakot követő vágásnál (WALL et al., 2004). A vágás előtt mért fartájéki faggyúvastagság és a vágást követően a bordatájéki régióban mért bőr alatti faggyúvastagság között $r = 0,54$ összefüggés figyelhető meg. Az ultrahanggal mért fartájéki faggyúvastagság, mint függő változó eredményesen ($P < 0,05$) bevonható a vágott testből kivágható faggyú mennyiségének és arányának becslésére létrehozott egyenletekbe (REALINI et al., 2001).

SCHOONMAKER et al. (2004) véleménye szerint a takarmányozás intenzitása eltérő hatást gyakorol a testösszetételre a nevelés, illetve a hizlalás különböző szakaszaiban. A nagy abrakarányú ad-libitum takarmányozás hatására jelentős mértékű a bőr alatti

faggyúbeépülés, ezáltal felgyorsul a fiziológiai érés folyamata. A 119. és 260. életnap között kevesebb abrakot fogyasztó állatoknál hosszabb lett a hizlalás időszaka és az intramuszkuláris faggyú mennyisége is csökkent. A 119-260. napos életkor között ad libitum tömegtakarmányt fogyasztó egyedek húsa magasabb intramuszkuláris faggyútartalmat ért el a hizlalás végére. TŐZSÉR et al. (2006a) holstein-fríz hízóbikák P8 tulajdonságának ultrahangos mérésekor, a hizlalás befejezésekor és azt 57 nappal megelőzően végzett vizsgálatok eredményei között $r = 0,75$ ($P < 0,05$), míg a hosszúhátizom területe esetén $r = 0,90$ ($P < 0,05$) szorosságú korrelációt számítottak. Az eredményeik alapján lehetőség nyílik az átlagosnál nagyobb bőr alatti faggyúvastagsággal és kisebb hosszúhátizom területtel rendelkező egyedek más csatornán, kisebb súlyban történő értékesítésére. A hizlalás kezdetén a csoportok kialakításában is segítséget nyújthat az ultrahangképek feldolgozása. Az egyedek izmoltságában megfigyelhető különbségek kimutathatósága érdekében javasolják a real-time ultrahangkészülékkel történő mérések gyakorlati megszervezését.

Ugyanakkor a kevés számú hazai eredmény miatt mindenképpen nélkülözhetetlen a legfontosabb húsmarhafajtáknál olyan becslő egyenleteket létrehozni, amelyekkel akár a hizlalás, akár a teljesítmény-vizsgálat elején mért ultrahangos adatok alapján előrejelezhető azok vágóértéke.

2.6. Növendék bikák hústermelő képessége

A húsmarhatenyésztő szervezetek nemesítési programjaiban a vágóérték javítása központi helyet foglal el, hiszen a marhahús vertikum minden szereplője számára egyaránt fontos. A vágóérték rendkívül komplex fogalom, számos összetevőből áll és számtalan tényezőtől függ. Nem abszolút és időtálló fogalom, hanem konvenció, amely országoként, időről időre, a piac és az ár, valamint egyéb viszonyok függvényében változik (KÁLLAY – KRALOVÁNSZKY, 1975). Magyarországon a jó minőségű húshasznú hízómarhák vágása elhanyagolható arányt képvisel, hiszen túlnyomó többségük exportpiacra kerül. A húruk általában a dél- és nyugat-európai fogyasztók asztalára kerül, amihez az is hozzájárul, hogy a hazai piacon egyelőre korlátozott a minőségi, de viszonylag drága marhahús iránti kereslet. A különböző típusba tartozó húsmarhák eltérő életkorban és súlyban érik el a vágásérettséget az izom- és faggyúbeépülés mértékében mutatkozó különbségek miatt. A nagytestű, későn érő

húsmarhafajtáknál az optimális vágósúly tekintetében a szakemberek álláspontja némileg megoszlik. Számos kutató (BERG – BUTTERFIELD, 1976; BRUNGART, 1972; KOCH – DIKEMAN, 1977) számolt be arról, hogy a kontinentális húsmarhafajták és az ezektől származó különböző keresztezési konstrukciójú utódok nagyobb növekedési erélyre képesek, nagyobb kifejlettkori élősúlyt érnek el és később kezdenek el jelentősebb mennyiségű faggyút szervezetükbe beépíteni, mint a brit húsmarhafajták. Csehországban a legjelentősebb húsmarhafajták hústermelő képességének összehasonlítása során jelentős különbségeket figyeltek meg a növekedési erélyben, a vágási- és csontozási eredményekben. A későn érő kontinentális típusú növendék bikák a hizlalás alatt nagyobb súlygyarapodást értek el kisebb mértékű faggyú beépülés mellett, mint a koránérő brit fajták. Színhúсарányuk is magasabb volt, elsősorban a legértékesebb húsrészek magas arányának köszönhetően (BARTOŇ et al., 2006). A növekedés, a vágott test tulajdonságainak és a húsminőségnek az alapos vizsgálata egyaránt fontos a fajták alapos megismeréséhez, illetve azok összehasonlításához (KOCH et al., 1982). Az életkor, illetve a súly növekedésével javul a húskitermelési arány (ROBELIN, 1986). A nagytestű, későn érő szarvasmarha fajták ugyanabban az életkorban fiziológiailag éretlenebbek, mint a kistestű, koránérő fajták (BYERS et al., 1988). A fiatal korban intenzíven nagy súlyra hizlalt későn érő, nagytestű fajták hízóvikái a fogyasztói igényeknek megfelelő, kevésbé faggyús, az amerikai vágott test-minősítési rendszer szerint kiváló minőségű marhahúst termelnek (COLEMAN et al., 1993).

Magyarországon az elmúlt évtizedek során számos vizsgálat folyt az egyes szarvasmarha genotípusok vágóértékének meghatározására (POLGÁR et al., 2005; HOLLÓ et al., 2005a; TŐZSÉR et al., 2003b; SÁRDI et al., 2002; SZABÓ et al., 2002; ENDER et al., 2001; SZŰCS et al., 2001; VÁRHEGYI et al., 1982). Ugyanakkor további vizsgálatok szükségesek bizonyos fajták esetében, melyeknek nemcsak a vágási, csontozási eredmények ismertetésére, hanem az élő állaton ultrahanggal mért tulajdonságok időbeli változásának értékelésére is ki kell terjednie (faggyú- és izombeépülés ütemének megismerése).

2.6.1. Magyar tarka növendék bikák hústermelő képessége

A magyarországi szarvasmarha-állomány egy jelentős részét a hegyi tarka fajtacsoportba tartozó magyar tarka fajta teszi ki. A kettőshasznosítású magyar tarka tejtermelése csak különleges esetekben versenyképes a holstein-frízzel szemben, ugyanakkor a hústermelő képessége vetekszik az egyhasznú húsfajtákéval. Ez is indokolja a húshasznú magyar tarka egyre nagyobb jelentőségét napjainkban (HOLLÓ – HOLLÓ, 2009). Hazánkban e fajta húshasznú és kettőshasznú változatát is elsősorban fajtatisztán tenyésztik, illetve a teheneket végtermék előállítás céljából legtöbbször valamelyik befejező fajtával (limousin, charolais, stb.) termékenyítik. A nemzetközi gyakorlat ezt némileg megcáfolja, hiszen számos országban, mint apai fajtát használják a hegyi tarkát (szimentáli). Ennek legfőbb oka a kiváló növekedési erélye, vágóértéke és húsminősége. Az USA-ban, Kanadában, Új-Zélandon és Ausztráliában a kistestű, anyai fajták (főként angus, esetleg hereford) teheneit gyakran keresztezik szimentálival.

GUBA et al. (1977) már az 1970-es években kiemelték a hegyi tarka hízómarhák kiváló hústermelését. Ugyanakkor a hústermelő képesség folyamatos fejlesztésére is felhívták a figyelmet. Egyre nagyobb érdeklődés mutatkozott a tengeren túlról is a hegyi tarka, mint húsmarha iránt. Ennek oka a növendék állatok nagy növekedési erélye és ennek kibontakozásához szükséges anyai tejtermelés.

A hazai szakirodalomban nagy számban található utalások magyar tarka hízóbikák hizlalási, vágási és csontozási eredményeire, amelyet a 3. táblázatban mutatok be. A táblázatban felsorolt forrásokon kívül, néhány további vizsgálat eredményeit részletesen is bemutatok. SZŰCS et al. (1990) a hizlalás eltérő szakaszait reprezentáló életkorban (200, 350 és 500 nap) levágott magyar tarka, holstein-fríz, magyar szürke és hereford hízóbikák hús-, csont- és faggyúbeépülésének a vizsgálatát végezték el. A magyar tarka bikák húskitermelési aránya az életkor előrehaladásával egyidejűleg 54,0-ről 58,3%-ra javult, legkedvezőbbnek 500 napos életkorban találták, megelőzve a vizsgálatban szereplő fajtákat. Minden testtájra nézve általában érvényesül az a tendencia, hogy a hús és a faggyú aránya az életkor előrehaladásával növekszik, a csonté csökken. A fajták közötti eltérések feltehetően a testarányok fejlettségi-érettségi fokától függő eltolódására vezethetők vissza. A faggyú arányának általános érvényű növekedése mellett, főleg 500 napos korban, jelentősek a fajták közötti eltérések.

3. táblázat: Magyar tarka hízóbikák vágási, csontozási eredményei különböző szakirodalmi források szerint

Szerzők	Életkor, nap	Vágási súly, kg	Súlygyarapodás, g/nap	Hasított felek súlya, kg	Húskitermelési arány, %	Faggyú vágásból, %	Színhús, %	Csont, %	Faggyú csontozásból, %
Bárczy et al. (1963)	-	525	978	370	58,50	-	-	-	
Balika-Somogyi (1971)	465	556	1354	340	61,14	3,32	74,0	15,16	-
Mészáros (1978)	518	588	1209	355	60,37	3,91	69,44	15,58	9,94
Mészáros (1979)	471	561	1264	322	57,40	3,90	-	-	-
Mészáros (1979)	443	556	1125	338	60,79	4,40	72,20	16,70	-
Mészáros (1981)	489	558	1354	339	60,70	3,30	73,60	16,80	6,50
Gombácsi et al. (1982)	-	508	-	-	59,00	-	-	-	-
Ender et al. (2001)*	365	446	-	251,9	57,45	4,54	66,85	15,38	10,43
Ender et al. (2001)*	550	672	-	393,6	59,44	6,51	65,96	14,35	10,39
Ender et al. (2001)*	730	829	-	495,9	60,66	8,30	64,99	12,61	13,03
Polgár et al. (2009); Szabó et al. (2008)	571	676	1282	369,8	56,99	-	65,69	18,02	12,39

*hegyi tarka

Fontosnak tartom az elmúlt néhány évben ebben a témában született publikációk bemutatását is. Intenzíven hizlalt magyar tarka hízóbikák súlygyarapodás 1 474 g/nap, míg a félintenzíven takarmányozott bikák súlygyarapodása 1 100 g/nap volt HOLLÓ – HOLLÓ (2009) vizsgálataiban. Az állatok vágási súlya 518 és 603 kg, húskitermelési aránya 57,84 és 59,64% között változott az egyes csoportokban. A színhús százalék 71 és 74%, a vizsgált genotípusok közül a legkedvezőbb volt, megelőzve a holstein-fríz, magyar szürke és charolais bikákat. A nagyobb színhús arány kisebb faggyú százalékot eredményezett, a csont arány 16,7 és 18,7% között mozgott. BENE et al. (2009b) az előbbi közleményhez képest nagyobb súlyban (611 kg) vágott bikáknál, hasonló (59,66%) húskitermelési arányt állapítottak meg, míg a féltesteket döntően U kategóriába sorolták. A vágásból származó faggyú aránya 2,08% volt.

Az említett munkákból kitűnik, hogy a magyar tarka növendék bikák – intenzív takarmányozás mellett – nagy növekedési kapacitást (580-600 kg élősúly), jó hizlalás alatti és élelnapi élőtömegtermést (1 300-1 500 g/nap, illetve 1 200-1 400 g/nap) értek el. A magyar tarka növendék bikák növekedési intenzitása és kapacitása – a hegyi tarka fajtakörbe tartozó (osztrák- és bajor tarka, abundance, rouge des prés, pie-rouge de l'est) – más populációkkal megegyező, illetve a teljesítményszínvonala hasonló (NAGY – TŐZSÉR, 1992).

A magyar tarka növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálati eredményeit elemző, összehasonlító közlemények száma viszonylag szerény (WOLF, 1978; MÉSZÁROS, 1983; NAGY et al., 1991; NAGY – TŐZSÉR, 1992). A magyar tarka tenyészbikajelöltek 1976 és 1982 közötti sajátteljesítmény-vizsgálati eredményeiről MÉSZÁROS (1983) számolt be. A kettőshasznosítású magyar tarkánál a minősítésre került 1 420 egyed 1 421 g/nap élelnapra jutó súlygyarapodást ért el, míg a húshasznosítású magyar tarka 91 egyedének gyarapodása 1 377 g/nap volt. A továbbtenyésztésre javasolt 750 kettőshasznosítású tenyészbika-jelölt 1 465 g/nap, míg a húshasznosítású egyedek 1 439 g/nap élelnapi gyarapodást értek el. NAGY – TŐZSÉR (1992) némileg magasabb (1 521 g/nap) sajátteljesítmény-vizsgálat alatti súlygyarapodásról számol be, 517 kg-os 365 napra korrigált élősúly mellett.

NAGY et al. (1991) által ÜSTV-ben szereplő húshasznú magyar tarka tenyészbikajelöltek teljesítményéről közölt adatok jól szemléltetik a fajta növekedési erélyét és fejlődési kapacitását. Ennek ismeretében, illetve a fajta későn érő típusát figyelembe véve az üzemi vizsgálatokat 420 napos korig folytatták. A vizsgálat végén a bikák 602 kg élősúlyt értek el 1 844 g/nap tesztidőszak alatti súlygyarapodás mellett. KISS et al. (2009) a központi sajátteljesítmény-vizsgáló állomáson 1994-2007 közötti időszakban vizsgált kettőshasznosítású magyar tarka növendék bikák teljesítményét foglalták össze. Az 1990-es években általában fiatalabb, a 2000-es években pedig idősebb korban kerültek STV-be az állatok. Figyelemre méltó az STV alatt elért súlygyarapodás (1 714 g/nap) és az élelnapi gyarapodás (1 424 g/nap). Az átlagos súlygyarapodás 2005-2006-ig a kiugró értékek ellenére nem mutatott javulást, az azt követő időszakban azonban a teljesítmény trendje javuló.

A szarvasmarhák vágóértékének élő állapotban történő becslését lehetővé tevő ultrahangos mérések eredményei is fontos információt szolgáltatnak a hústermelő képességre vonatkozóan. Magyar tarka hízbikák vagy tenyészbika-jelöltek ultrahangos vizsgálatairól több tanulmány is született hazánkban, melyeket a 4. táblázatban mutatok be.

4. táblázat: Magyar tarka növendék bikák ultrahangos mérési eredményei különböző szakirodalmi források szerint

Szerzők	Életkor (nap)	Élősúly (kg)	ROT (cm ²)	Rel. ROT (cm ² /100 kg)	P8 (cm)	FTF (cm)
Török et al. (2007a)	408	475	78,19	16,56	0,37	0,39
Tózsér et al. (2005d)	357	475	71,77	15,11	0,39	-
Harangi et al. (2008)	383	530	91,50	17,26	0,52	-
Tózsér et al. (2005a)	418	555	65,72	11,84	0,62	-
Török et al. (2011)	496	592	-	-	0,61	0,68
Szabó et al. (2008)	571	676	102,73	15,19	0,62	-

Az adatokat élősúly szerinti növekvő sorrendben tüntettem fel. A vizsgálatokban szereplő növendék bikák 475-676 kg közötti élősúlyúak voltak. A relatív rostélyos keresztmetszet terület esetében jelentős különbségek figyelhetők meg a szakirodalmi források eredményeiben (11,84-17,26 cm²/100 kg élősúly). A fartájéki bőr alatti faggyúvastagság mérési eredményei hasonló tendenciát mutatnak. 500 kg-nál kisebb élősúlyban 0,4 cm alatti, míg 555 kg-nál nagyobb súlyban 0,6 cm-t meghaladó faggyúvastagságról számolnak be a forrásmunkák.

2.6.2. Charolais növendék bikák hústermelő képessége

A fogyasztói igények folyamatos változása elsősorban a nagyobb testű, kedvező húsformákat mutató, kevésbé faggyús fajták elterjedésének kedvez. Ezek közül figyelemre méltó jelentőséggel rendelkezik a charolais fajta. Elterjedése különösen a II. világháború után kezdődött, amikor mintegy 14 ezer tenyészállatot exportáltak Franciaországból, 52 országba (BÉRES, 1990). Jelenleg 70 országban, különböző éghajlati és technológiai feltételek mellett tenyésztik. A jelentősebb állományok Nagy-

Britanniában, az USA-ban, Kanadában, Mexikóban, Brazíliában, a Dél-Afrikai Köztársaságban, Svédországban, Dániában és Spanyolországban található (CHAROLAIS INTERNATIONAL, 2012). Franciaországban 2008-ban mintegy 1,701 millió charolais tehenet tartottak, melyből 373 ezer szerepelt a termelésellenőrzésben. Ennek köszönhetően ez a fajta rendelkezik a legnagyobb populációval a húsmarhafajták közül Franciaországban, melyet a limousin (1 022 ezer), a blonde d' aquitaine (521 ezer) és a salers (198 ezer) követ (FRANCE GÉNÉTIQUE ÉLEVAGE, 2010).

Magyarországra nagyobb létszámú tenyészállat vásárlása 1971-ben történt, melyet több alkalommal vemhes üsző, tenyészbika, illetve szaporítóanyag importja követett. 2011-ben Magyarországon mintegy 3 200 fajtatiszta és 6 100 keresztezett törzskönyvi ellenőrzésben szereplő charolais tehenet tartottak számon (NÉBIH 2013). A fajta jelentősége nemcsak a fajtatiszta tenyésztés területén meghatározó, hanem a végtermék előállító keresztezésekben a marhahústermelés növelését biztosító egyik kiváló befejező fajtát is jelenti. Keresztezési partnerként szerepe a növekedési erély, valamint különösen a far és a combtájék izmoltságának javításában van (HORN, 1973b).

Az elmúlt mintegy 40-50 évben jelentős típusmódosulás volt megfigyelhető az egyhasznú húsmarhafajták esetében. A különböző típust képviselő húsmarhafajták nemesítése során viszonylag hasonló tenyésztési programokat, tenyészérékbecslési módszereket alkalmaznak a tenyésztőszervezetek. Az egységes tenyésztői elvek hatására az eltérő húsmarha fajták típusukban egyre inkább közelednek egymáshoz, egyfajta uniformizálásnak lehetünk szemtanúi. Az anyai típusba sorolható fajták nemesítése során elsősorban a növekedési tulajdonságok javítását célozták meg. Az apai fajták esetében – és így a charolaisnál is – néhány anyai tulajdonság javításán volt a fő hangsúly, így kevésbé javultak a növekedési tulajdonságok (SZABÓ, 2013). A charolais fajta nemesítése során nagyon sokáig az elsődleges tenyészcél a húsformák javítása, az izomzat növelése volt viszonylag szerény faggyúbeépülés mellett (MEILLER – VANNIER, 1994). Így alakult ki a széles formákkal rendelkező, rövid lábú hentes típus (type boucherie). A nehéz ellések kiküszöbölésére kétlépcsős szelekciót alkalmaztak, mely a hosszabb lábú, gazdagon, de nem túlságosan izmolt, hosszú törzsű ún. tenyésztői típus (type d'élevage) kialakulásához vezetett. Napjainkban sok, a két típus kombinációjaként létrejött kevert típusú állat is megtalálható. Az amerikai kontinens extenzív körülményeihez való alkalmazkodásnak megfelelően létrejött az ún. ranch

típus is, melyre a szarvatlanság, az igen hosszú törzs, a nagy ráma és a könnyű ellés a jellemző (TŐZSÉR, 2003b). Az előbbieken leírtak mutatják, hogy küllemükben, élettani tulajdonságaikban eltérő típusok jöttek létre az elmúlt évtizedekben, melyek reprodukív tulajdonságaikban, növekedési erélyükben és vágóértékükben jelentősen eltérhetnek.

Az 1970-es és 1980-as években számos publikáció készült eltérő charolais génhányaddal rendelkező növendék bikák hústermelő képességének értékeléséről (5. táblázat). Egy fajtaösszehasonlító kísérletben a megvizsgált 27 genotípus közül a színhúskihozatalban mindössze a charolais, a blonde d'aquitaine és a limousin multa felül a hazánkban meghatározó jelentőségű fajtatizta magyar tarkát (BOZÓ et al., 1989).

5. táblázat: Eltérő charolais génhányaddal rendelkező növendék bikák vágási, csoportozási eredményei hazai szakirodalmi források szerint

Szerzők	Genotípus	Vágási súly, kg	Súlygyarapodás, g/nap	Hasított felek súlya, kg	Húskitermelési arány, %	Faggyú vágásból, %	Négy láb, %	Bőr, %	Hús, %	Csont, %	Faggyú csoportozásból, %
Bárczy et al. (1963)	MTxCH	561	1049	323	57,6	-	-	-	-	-	-
Mészáros (1977)	MTxCH	583	1 222	336	63,04	4,45	1,64	8,44	-	-	-
Mészáros (1977)	CH	573	1 250	352	64,94	3,56	1,81	7,75	-	-	-
Mészáros (1978)	MTxCH	557	-	347	62,30	3,29	1,64	8,62	76,7	13,6	3,9
Mészáros (1978)	CH	530	-	325	61,32	3,07	1,75	8,68	75,0	14,7	4,3
Váraljai (1980)	MTxCH	534*	1 327	355	66,50	3,50	1,70	8,80	-	-	-
Váraljai (1980)	(MTxLI)x CH	521*	1 261	345	66,20	3,40	1,70	9,30	-	-	-
Váraljai (1980)	(MTxHE)x CH	531*	1 291	336	63,30	4,90	1,70	8,80	-	-	-
Mészáros (1981)	(MTxLI)x CH	561	-	363	64,70	3,30	n.a.	n.a.	74,8	15,2	6,1
Szuromi (1985)	HExCH	546	1 336	339	62,10	4,62	1,66	9,14	69,5	16,3	-

*nettó súly; MT = magyar tarka; CH = charolais; HE = hereford, LIM = limousin

A közelmúltban ezzel szemben charolais fajtájú hízóbikák hizlalási, vágási és csontozási eredményeiről alig találhatunk hazai eredményeket (HOLLÓ et al., 2005b; HOLLÓ et al., 2010a; SOMOGYI et al., 2010). Megoszlik a szakemberek véleménye a fajta optimális hizlalási végsúlyára vonatkozóan. SZABÓ (2005) véleménye szerint a gazdaságos hizlalási végtömeg a közgazdasági viszonyok függvénye, mivel biológiai értelemben a hizlalást addig a végtömegig „gazdaságos” folytatni, ameddig jelentős faggyúsodás nem jelentkezik. Az idevonatkozó szakirodalmi források bemutatása során emiatt fontos hangsúlyt fektetnek a különböző súlyban vágott hízóbikák eredményeinek összehasonlítására is. A bikáknál a csont:hús arány 1:4,20; a tinóknál 1:4,11, míg a faggyú:hús arány sorrendben 1:10,7; illetve 1:7,0 volt. SOMOGYI et al. (2010) mintegy 40 kg-mal kisebb (610 kg) súlyban vágott charolais hízóbikáknál 1 025 g/nap élősúlytermelést és 589 g/nap életnapra jutó csontos hús termelést írtak le. A meleg féltettek súlya 363 kg, a húskitermelési arány 59,5%, a vesefaggyú aránya 0,78% volt. Az EUROP izmoltsági pontszám 9,50, a faggyúzottsági pontszám 6,38 volt a 15 pontos skálán. HOLLÓ et al. (2010a) a SOMOGYI et al. (2010) közleményében szereplő charolais hízóbikák csontozási eredményeit közölték. A hideg féltettek súlya 355 kg, az ezekből kinyerhető színhús aránya 72,8%, a faggyú arány 6,0%, a csont arány 18,6%, a színhústermelés 417 g/nap volt.

A nemzetközi irodalomban figyelemre méltó az USA-ban folytatott kísérlet (LEVAN et al., 1979). Három súlykategóriában – a kifejtett kori átlagos tehénsúly 86; 100 és 114%-ának megfelelő súlyban – vágott charolais hízóbikák eredményeit közölték. Ez sorrendben 527; 612 és 697 kg-os vágási súlyt és 62,2; 63,6 és 65,1% húskitermelési arányt jelentett. Egy másik kutatócsoport szintén három különböző végsúlyra hizlalt charolais növendék bikákat vizsgált (BARBER et al., 1981). Az 511, 594 és 674 kg-os vágási súlynál 61,7; 63,1 és 64,7% húskitermelési arányt mértek. 500-600 kg közötti súlyban vágott charolais bikák vágási eredményéről a szakirodalomban kevés publikációt találhatunk (BARBER et al., 1981; KAMIENIECKI, 2009; LEVAN et al., 1979). A leggyakrabban közölt adatok 600-650 kg közötti vágósúlyú charolais bikák eredményeire vonatkoznak. 634 kg átlagsúlyban vágott charolais bikáknál a hizlalás során 1 530 g/nap súlygyarapodást, 61,0% vágási kitermelést, 9,9 EUROP izmoltsági és 8,9 EUROP faggyúzottsági pontszámot közöltek (ALBERTÍ et al., 2008). Azonos súlyú (650 kg) charolais hízóbikák és tinók vágási eredményeit összehasonlítva a bikák húskitermelési aránya (63,97%) közel 7%-kal (57,12%) meghaladta a tinókét.

A bikáknál a csont:hús arány 1:4,2, a tinóknál 1:4,1, a faggyú:hús arány pedig 1:10,7, illetve 1:7,0 értéket mutatott (HOLLÓ, 2005b).

Nagy súlyú, 650 kg fölötti charolais bikák hizlalási, vágási és csontozási eredményeiről is születtek publikációk a nemzetközi szakirodalomban. 650 kg-os súlyban vágott charolais bikáknál 58% húskitermelési arányt állapítottak meg (SOCHOR et al., 2005). Más kutatók 680 kg-os súlyban vágott charolais hízó bikáknál 1 219 g napi súlygyarapodást és az előbbiekhöz hasonló, 57,9%-os húskitermelési arányt tapasztaltak (CHAMBAZ et al., 2003). CHAMBAZ et al. (2001a) 642 kg és 744 kg élősúlyban vágott charolais hízó bikáknál napi 1 170, illetve 1 274 g súlygyarapodást tapasztaltak. A meleg féltettek súlya 375 kg és 426 kg, a csont:hús arány 1:4,0 és 1:4,2, míg a húskitermelési arány 58,0% és 57,4% volt. Az öt pontos svájci vágott test-minősítési rendszer szerint – amely szinte azonos az EUROP rendszerrel – az izmoltsági pontszám 1,2 és 1,0 (1 pont = kiváló izmoltság; 5 pont = gyenge izmoltság), a faggyúborítottsági osztály 3,7 és 4,4 (1 pont = kevés faggyúberakódás, 5 pont = nagyon sok faggyúberakódás) volt. Egy másik kísérletben charolais hízó bikák 18 hónapos életkorra 750 kg-os élősúlyt értek el (PFUHL et al., 2007), a meleg féltettek 450 kg-os súlya mellett a húskitermelési arány meghaladta a 60%-ot (60,3%). Az öt pontos EUROP skálán 2,4-es izmoltsági pontszámot (1 pont = „E”; 5 pont = „P”), 2,1-es faggyúborítottságot (1 pont = „1” kevés faggyúberakódás; 5 pont = „5” nagyon sok faggyúberakódás) mértek. Csehországban vágott charolais hízó bikák féltesteinek EUROP rendszer szerinti minősítése során (VRCHLABSKÝ – GOLDA, 2000) a leggyakoribb minősítési kategóriák az „U2” (30%), „U3” (18%), „R2” (15%), „R3” (9%). Cukorrépaszeleten, réti szénán és abrakkeveréken hizlalt charolais hízó bikáknál 1 300 g/nap súlygyarapodást figyeltek meg (POLÁCH et al., 2004). Egy szintén Csehországban végzett fajtaösszehasonlító vizsgálatban a charolais fajtánál találták a legkedvezőbb izmoltságot az EUROP rendszer alapján (JURIE et al., 2005).

Számos hazai és nemzetközi szakirodalmi forrás foglalkozik charolais hízó bikák vágási, csontozási eredményeivel. Ugyanakkor a közelmúltban nem született olyan publikáció, mely több, különböző vágási súlycsoport eredményeit értékeli. A termékpálya valamennyi résztvevője számára ugyanakkor fontos megvizsgálni, hogy a vágósúly növekedésével a vágóérték hogyan változik. Ez alapvetően meghatározhatja a növendék bikák hizlalásának, vágásának és feldolgozásának ökonomiai hatékonyságát.

2.7. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések húsmarháknál

A húsmarhafajták nemesítése során az egyik legfontosabb feladat a hústermelő képesség javítása. A fogyasztók igényeinek való megfelelés következtében a szelekciós programokban egyre nagyobb hangsúlyt kap a vágóérték. A legfontosabb mennyiségi résztulajdonságok közzé a színhús és faggyú mennyisége, a csont:hús, a faggyú:hús aránya, az értékes húsrészek aránya tartoznak. A vágott test szöveti összetételéről pontos eredményeket csak az állatok vágását, csontozását követően kaphatunk. A próbavágások kivitelezése bonyolult, költséges és időigényes folyamat. Ennek kiváltására a húsmarha nemesítők igyekeznek olyan módszereket kidolgozni, melyekkel a tenyész- és hízóállatok testösszetétele élő állapotban, valamint a hasított testek összetétele a vágás után csontozás nélkül becsülhető (HOLLÓ et al., 2005c).

A tenyész- és hízóállatok vágóértékének élő állapotban történő becslésére számos szubjektív és objektív módszer létezik, melyek megbízhatósága igen tág határok között mozog. A szubjektív módszerek közül elsősorban a „mészáros fogások” alkalmazása a legismertebb. Az objektív módszerek esetében a legismertebbek a kondíciópontosítás, a küllemi bírálat és a méretfelvételezés. A küllemi bírálat során többek között az izmoltságról gyűjtenek információkat, amely a vágott test konformációjával közepesen szoros kapcsolatban áll. Ez alátámasztja a módszer létjogosultságát a tenyésztési programokban az állatok izmoltságának növelésében (DOMOKOS – TŐZSÉR, 2004).

A gazdasági haszonállatok testösszetételének élő állapotban történő becslése a legpontosabban röntgen komputeres tomográffal végezhető el, ugyanakkor a szarvasmarhánál az állatfaj testnagysága miatt felhasználása erősen korlátozott (ROMVÁRI, 1996; HORN et al., 1996; HOLLÓ et al., 2005c). Az ultrahangos technika szarvasmarháknál széles körben alkalmazható a tenyész- és hízóállatok testösszetételének élő állapotban történő becslésére, bár a becslés pontossága elmarad a röntgen komputer tomográfos módszerétől. Az ultrahangos eljárással mérhető tulajdonságok mérésének alapját az jelenti, hogy ezek a paraméterek (tulajdonságok) szoros összefüggésben vannak az állatok vágóértékével (féltestek hideg súlya, faggyú- és színhústartalom stb.). A bőr alatti faggyúvastagság (ágyék-, far tájék) szoros kapcsolatot mutat a teljes faggyú %-kal (KLAWUHN – STAUFENBIEL, 1997).

A 12/13. bordák között mért bőr alatti faggyúvastagság a vágott testből kivágható faggyúmennyiséggel $r = 0,73-0,83$ szorosságú korrelációban van (JOHNS et al., 1993; BULLOCK et al., 1991). BULLOCK et al. (1991) $r = 0,74-0,78$ szorosságú összefüggést ír le a far tájéki bőr alatti faggyúvastagság (rump fat) és a vágott test faggyútartalma között. GREINER et al. (2003c) a színhús arány, valamint a 12/13. bordák között és a fartájékon mért bőr alatti faggyúvastagság, továbbá a testfal vastagság között sorrendben $r = -0,74$; $-0,66$ és $-0,48$ szorosságú összefüggést állapítottak meg. Ugyanezek a szerzők a színhúsmennyiség és a rostélyos keresztmetszet terület között $r = 0,61$ szorosságú összefüggést találtak. REALINI et al. (2001) a színhúsmennyiség és a rostélyos keresztmetszet terület, illetve a gluteus medius izom vastagsága között $r = 0,67$ és $0,53$ korrelációs együtthatót határoztak meg. A kivágható faggyúmennyiség és a 12/13. bordák között, valamint a fartájékon mért bőr alatti faggyúvastagság között pedig egyaránt $r = 0,64$ szorosságú összefüggést találtak. A módszer alkalmazhatóságának további alapfeltétele, hogy az élő állaton és a vágott testen mért ugyanazon tulajdonságok értékei között kellően szoros összefüggésnek kell lennie, tehát a mérés megbízható.

Az örökölhetőségi értéknek nagy jelentősége van a gyakorlati állatnemesítésben. Segítséget nyújt a tenyészték becslésében, a tenyésztési eljárás és a szelekció módszerének megválasztásában, a genetikai előrehaladás becslésében, valamint a keresztezések eredményességének előrejelzésében (DOHY, 1999). A különböző tulajdonságok ultrahanggal mért értékének örökölhetősége abszolút értékben nem túl magas, de ha az egyes értékek vágott testen mért megfelelőjének örökölhetőségéhez viszonyítjuk, akkor már jelentősnek nevezhető (TÖRÖK et al., 2008a). A 6. táblázatban különböző vágott testen, illetve ultrahanggal meghatározott tulajdonságok genetikai paraméterei láthatóak a charolais fajtánál (American – International Charolais Association, 2012). Az egyes tulajdonságok esetében megállapított $h^2 = 0,20-0,39$ közötti értékek a vágóérték javítását célzó szelekció eredményességét vetítik előre. Jól látható, hogy az ultrahanggal élő állaton mért rostélyos keresztmetszet terület (UROT) és hátfaggyú vastagság (UHFAG) magasabb örökölhetőségi értékekkel ($h^2 = 0,39$ és $h^2 = 0,35$) rendelkezik, mint a vágott testen mért megfelelőik (CROT: $h^2 = 0,34$; CHFAG: $h^2 = 0,26$).

6. táblázat: A vágott testen mért és az ultrahanggal megállapított tulajdonságok közötti korrelációs együtthatók, valamint az egyes tulajdonságok örökölhetőségi értékei a charolais fajtánál

Tulajdonságok	Vágott testen mért tulajdonságok				Ultrahanggal megállapított tulajdonságok				
	CROT	MFSÚLY	CHFAG	CMÁR	UMÁR	UROT	USÚLY	UHFAG	UFTF
CROT	0,34	0,40				0,70			
MFSÚLY		0,21					0,75		
CHFAG			0,26	0,15				0,70	0,48
CMÁR				0,36	0,68				
UMÁR					0,23				
UROT						0,39			
SÚLY							0,27		
UHFAG								0,35	
UFTF									0,38

Forrás: American – International Charolais Association (2012)

(Az átlóban szereplő értékek az adott tulajdonság h^2 értékét, míg az átló fölötti értékek két tulajdonság közötti genetikai korrelációt jelentik)

Jelmagyarázat: CROT – vágott testen mért rostélyos keresztmetszet terület; MFSÚLY – meleg féltetek súlya; CHFAG – vágott testen mért bőr alatti faggyúvastagság a 12/13. bordák között; CMÁR – vágott testen megállapított márványozottság; UMÁR- ultrahanggal megállapított márványozottság; UROT – ultrahanggal megállapított rostélyos keresztmetszet terület; USÚLY – az állat súlya az ultrahangos vizsgálatkor; UHFAG – ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság a 12/13. bordák között; UFTF – ultrahanggal megállapított fartájéki bőr alatti faggyúvastagság

Megjegyzendő, hogy $h^2 = 0,30$ esetén a saját teljesítményt (fenotípus) már feltétlenül figyelembe kell venni a szelekció során, 20 ivadék kielégítő megbízhatóságot ad, míg 100 ivadék már igen megbízható információt nyújt (DOHY, 1999).

A 7. táblázatban több szerző által közölt, ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet, hátfaggyú vastagság és intramuszkuláris faggyútartalom örökölhetőségi értékei, genetikai korrelációi láthatók.

7. táblázat: Ultrahanggal becsült tulajdonságok genetikai paraméterei

Paraméterek, tulajdonságok	Források									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Átlag
h², ROT		0,25	0,40	0,46	0,11	0,29	0,50	0,19	0,39	0,32
h², HFAG	0,24	0,26	0,14	0,50	0,56	0,11	0,01	0,27	0,44	0,28
h², MÁR %									0,42	0,41
r_g, ROT- HFAG		0,48	0,12	0,38		0,13	0,76	0,08	0,23	0,35
r_g, ROT- MÁR %									-0,12	-0,07
r_g, ROT- választási súly		0,55	0,29		0,42					0,49
r_g, ROT- éveskori súly		0,57	0,38			0,49	0,78	0,06		0,46
r_g, HFAG- MÁR %									0,17	0,08
r_g, HFAG- választási súly	0,13	0,22	-0,17		0,19					0,18
r_g, HFAG- éveskori súly		0,29	-0,53			0,11	0,36	-0,02		0,04

Forrás: 1) LAMB et al., 1990; 2) ARNOLD et al., 1990; 3) JOHNSON et al., 1993; 4) EVANS et al., 1995; 5) SHEPARD et al., 1996; 6) MOSER et al., 1998; 7) MEYER, 1999; 8) MEYER – GRASER, 1999; 9) WILSON et al., 1999b

Fontos megemlíteni, hogy a vágott testen felvett paramétereiből számolt örökölhetőségi értékek nem térnek el jelentősen az ultrahangos adatok alapján számolt h² értékektől. Vágott testen mérve a rostélyos keresztmetszet esetén LAMB et al. (1990) h² = 0,28; VESETH et al. (1993) h² = 0,51, WILSON et al. (1993) h² = 0,32 értéket állapítottak meg. A bőr alatti faggyúvastagságnál MACNEIL et al. (1991) h² = 0,52; WILSON et al. (1993) h² = 0,26; valamint BERGEN et al. (2006) h² = 0,42 örökölhetőségi értékeket közöltek.

A genetikai korreláció alapvető jelentőségét az adja, hogy az állatnemesítő számára megmutatja a szelekció korrelatív hatásait, illetve az általa elérhető gazdasági eredmény nagyságát (DOHY, 1999). Az 8. táblázatban egyes vágott testen mért tulajdonságok, valamint az élő állaton ultrahanggal becsült hasonló tulajdonságok genetikai korrelációs együtthatói láthatóak. Jól látszik, hogy a legtöbb tulajdonságpár esetén közepes, illetve szoros genetikai korreláció figyelhető meg. Például, ha a szülőpopuláció egyedein az ultrahanggal élő állaton megállapított rostélyos keresztmetszet terület tulajdonságra (UROT) irányul a szelekció, akkor az UROT és a vágott testen megállapított rostélyos

keresztmetszet terület (CROT) közötti $r_g = 0,29-0,94$ szorosságú összefüggés előre vetíti az ivadékok CROT-ének jelentős javulását. Mivel a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület szoros kapcsolatban áll a színhúsmennyiséggel, ezért elmondható, hogy az ultrahangos vizsgálatokra alapozott szelekció eredményesen végezhető.

8. táblázat: A genetikai korrelációs együttható értékei a vágott testen, illetve élő állaton mért hasonló tulajdonságok között

SZERZŐK	IVAR	FAJTA	GENETIKAI KORRELÁCIÓS EGYÜTTHTATÓ			
			Élősúly x hideg féltettek súlya	UHFAG x CHFAG	UROT x CROT	UMÁR x CMÁR
Moser et al. (1998)	bika+üsző	brangus	0,61	0,69	0,66	-
Wilson et al. (1999a)	bika+üsző	angus	-	-	-	0,77
Reverter et al. (2000)	bika	angus	-	0,79	0,29	0,47
Reverter et al. (2000)	bika	hereford	-	0,87	0,94	0,28
Reverter et al. (2000)	üsző	angus	-	0,99	-	0,46
Reverter et al. (2000)	üsző	hereford	-	0,82	0,46	0,93
Crews-Kemp (2001)	bika	kompozit	0,82	0,23	0,71	-
Crews-Kemp (2001)	üsző	kompozit	0,82	0,66	0,67	-
Devitt -Wilton (2001)	bika	11 fajta	0,53	0,66	0,80	0,80
Bertrand (2002)	bika+üsző	brangus	-	0,69	0,89	0,70
Crews et al. (2004)	bika	szimentáli	0,77	0,79	0,80	0,74

Jelmagyarázat: CROT – vágott testen mért rostélyos keresztmetszet terület; CHFAG – vágott testen mért bőr alatti faggyúvastagság a 12/13. bordák között; CMÁR – vágott testen megállapított márványozottság; UMÁR – ultrahanggal megállapított márványozottság; UROT – ultrahanggal megállapított rostélyos keresztmetszet terület; UHFAG – ultrahanggal mért bőr alatti faggyúvastagság a 12/13. bordák között

Fontos kiemelni az ultrahangos mérés technika segítségével a vágóérték javítására irányuló szelekció gyakorlati tapasztalatait. Napjainkban több ország (USA, Kanada, Ausztrália, Új-Zéland, Franciaország stb.) húsmarhatenyésztő szervezetei rutinszerűen alkalmazzák az ultrahangos mérés technikát a szelekciós munka során. A 9. táblázat néhány USA-beli húsmarhatenyésztő szervezet példáján mutatja be a vágóérték javítását célzó ultrahanggal élő állaton mért, valamint a vágott testről gyűjtött értékmérő tulajdonságok körét. Az Egyesült Államok húsmarhatenyésztési szakemberei úttörő

szerepet játszottak az ultrahangos paraméterek tenyésztési programokba való beépítésében. Felismerték a vágóérték és húsminőség javításának szükségességét, és számos fajta esetében már 1974-től kezdve gyűjtöttek adatokat az állatok vágott testjeivel kapcsolatban (WILSON et al., 1993).

9. táblázat: A vágóérték javítását célzó szelekció során felhasznált tulajdonságok az USA fontosabb húsmarha tenyésztő szervezeteinél

Tulajdonságok	Tenyésztő egyesületek az Amerikai Egyesült Államokban							
	AAA	AHA	AGA	AICA	ASA	IBBA	NALF	RAAA
Vágott testről gyűjtött információk								
Hideg féltetek súlya	X	X	X	X	X		X	
Márványozottság	X		X	X	X		X	X
ROT	X	X	X	X			X	X
HFAG	X	X	X	X			X	X
Értékes húsrészek aránya	X				X			
13. borda felett 3 helyen mért bőralatti faggyúvast.						X		
Ultrahanggal, in vivo felvételezett tulajdonságok								
Intramuszkuláris faggyú	X	X	X	X	X	X	X	X
ROT (12/13. bordák között)	X	X	X	X	X	X	X	X
HFAG	X	X	X	X	X	X	X	X
FTF	X		X				X	X

Jelmagyarázat: AAA (2012) – Amerikai Angus Egyesület, AHA (2012) – Amerikai Hereford Egyesület, AGA (2012) – Amerikai Gelbvieh Egyesület, AICA (2012) – Amerikai-Nemzetközi Charolais Egyesület, ASA (2012) – Amerikai Szimentáli Egyesület, IBBA (2012) – Nemzetközi Brangus Tenyésztők Egyesülete, NALF (2012) – Észak-Amerikai Limousin Alapítvány, RAAA (2012) – Amerikai Red Angus Egyesület

Számos fajtatizta húsmarhát tenyésztő egyesület az Amerikai Angus Tenyésztők Egyesületének példáját követte, és az állatok teljesítményvizsgálatát már az 1960-as évek elejétől kezdve folytatták, és az 1980-as évek közepétől a vágott testre vonatkozó tenyészértéket közölték. A tenyészérték megbízhatósága azonban korlátozott volt, mivel viszonylag kevés utód vágóértékéről állt rendelkezésre adat és a sajátteljesítmény nem volt mérhető. A fiatal tenyész bikák esetében is nagyon alacsony volt a megbízhatóság, mivel hosszú időnek kellett eltelnie az utódaik vágásáig. Ultrahanggal közvetlenül a tenyészállatokon becsült vágóértékre vonatkozó tenyészértékeket először az Amerikai Angus Tenyésztők Egyesülete számolt 1998-ban. A rostélyos keresztmetszet terület és

az intramuszkuláris faggyútartalom ultrahangos mérését a vágóérték tenyészték meghatározására használta fel számos tenyésztő szervezet egészen 2007-ig, amikor is befejezték az ultrahangos és a vágott testen mért adatokból számolt tenyésztékek külön-külön történő számítását (GOLDEN et al., 2009).

Az ausztrál húsmarhatenyésztők 1990 óta határoznak meg tenyésztéket (EBV – estimated breeding value) ultrahanggal mért, vágott testet jellemző tulajdonságokra, úgymint a rostélyos keresztmetszet területe, valamint a 12/13. bordák között és a P8 ponton mért bőr alatti faggyúvastagságra. A real-time ultrahangos vizsgálatokat a tenyésztésre szánt éves korú növendék bikákon és üszőkön végzik. Ezáltal lehetővé válik a szelekció ezen tulajdonságokra történő kiterjesztése (REVERTER et al., 2000).

Az ultrahangos technika egyik előnye, hogy rövid idő alatt hatalmas adatbázis hozható létre az éves korú bikák és üszők vizsgálatával, mely a vágóérték javítását célzó tenyésztési programokban felhasználható (GREINER, 1997). A gyakorlatba való átültetés kissé lassú a technikusok szakértelmében mutatkozó különbségek, valamint az alkalmazott software-ek, műszerek széles skálája miatt. Az Amerikai Angus Egyesület kutatási projektben kezdte el az éves korú bikák és üszők ultrahangos adatainak a gyűjtését, amellyel egy a vágóértékre vonatkozó információkat tartalmazó adatbázist hoztak létre. Az üzemekben gyakorlott szakemberek végzik az ultrahangos felvételek készítését, majd ezeket a központi laboratóriumba küldik, ahol nagy szakértelemmel rendelkező technikusok értékelik azokat. Ezt a rendszert a hitelesség, a gyorsaság és a megbízhatóság jegyében alakították ki. A tenyésztők az ultrahangos adatokat a növekedési erélyre vonatkozó adatokhoz (különböző időszakokra jellemző napi átlagos súlygyarapodási értékek) hasonló formában kapják meg, az egyedi teljesítmény csoportátlaghoz viszonyított értékének feltüntetésével. Az 1998-ban indított kutatás során alig több mint egy év alatt mintegy 30 000 állat ultrahangos eredményeit gyűjtötték össze, valamint 2 200 tenyészbika tenyésztékét számították ki. Összehasonlításképpen elmondható, hogy az Amerikai Angus Egyesületnél összesen 2 400 bika rendelkezett vágóérték tenyésztékekkel, amely 15 évi munka és 46 ezer ivadék vágott testének értékelése alapján került meghatározásra (AMERICAN ANGUS ASSOCIATION, 2012).

A tenyésztérbecslési rendszerbe történő beépítés előtt az ultrahangos vizsgálatok eredményei azonos életkorra, vagy súlyra korrigált ultrahangos adatok formájában hasznosíthatók. Ezek már felhasználhatók a tenyésztési munka során a tenyészállatok kiválasztására. A legtöbb ultrahangos mérési adatot egy adott életkorra (365 nap) korrigálják, hasonlóan a vágóértékre vonatkozó adatokhoz. Az éves bikákon 320 és 440 napos életkor között végzik el az ultrahangos méréseket. Egy csoporton belül minden egyed ugyanazon a napon kell megvizsgálni a környezeti hatások minimalizálása érdekében (GREINER, 1997).

Számos kutató alkotott olyan becslő egyenleteket, amelyekkel a vágás előtt mért élősúlyból, valamint az ultrahanggal megállapított értékekből becsülhető a szarvasmarhák vágóértéke. WALLACE et al. már 1977-ben a maron, illetve a 12/13. bordák között mért faggyúvastagság adatokból határozta meg az eladható súlynak a hasított féltesthez viszonyított arányát ($R^2 = 0,25$ és $R^2 = 0,47$). Az eladható súlynak a hasított féltest százalékában történő meghatározására GRIFFIN et al. (1999) a 12/13. bordaközben mért hátfaggyú vastagságot, a vese, szív és medence faggyú % tulajdonságokat használta fel ($R^2 = 0,38$). Pontosabb becslő egyenletről számol be HASSEN et al. (1999) a 12/13. bordaközben mért hátfaggyú vastagság, a márványozottság, a rostélyos keresztmetszet terület, az élősúly és a farbúmagasság tulajdonságok bevonásával ($R^2 = 0,60$). Hasonló eredményt közöltek MAY et al. (2000), akik a hátfaggyú vastagság, a rostélyos keresztmetszet terület és az élősúly segítségével $R^2 = 0,57$ pontossággal becsülték az eladható húsok hasított féltestek súlyához viszonyított arányát.

Az alábbiakban néhány, a hasított féltestekben található színhús arányának becslését célzó egyenlet bemutatására kerül sor (10. táblázat):

- **C-5 U:** DIKEMAN et al. (1998) hozták létre, melyet 2002-ben TAIT et al. módosítottak. Az egyenletben a becsült meleg hasított súly mellett az ultrahanggal megállapított rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú-, és fartájéki faggyúvastagság szerepel.
- **USLEAN:** a becsléshez az ultrahanggal mért hátfaggyú vastagságot és a rostélyos keresztmetszet területet használják (BERGEN et al., 2003).

- **Eqn4:** az ultrahanggal mért hátfaggyú vastagság és a rostélyos közepén mérhető legnagyobb szélesség és mélység szorzatát használta fel (1. módszer) (BERGEN et al., 2003).
- **Eqn5:** az ultrahanggal mért hátfaggyú vastagság, illetve az acorn laterális oldalán mért maximális mélység és az acorn laterális oldalától mért maximális szélesség szorzatának felhasználásával (2. módszer) (BERGEN et al., 2003).
- **Eqn6:** az ultrahanggal mért hátfaggyú vastagság, valamint a rostélyos mélységének az 1. és 2. módszerrel megállapított mélysége (BERGEN et al., 2003).

10. táblázat: A hasított féltestben található eladható húsok arányát becsülő egyenletek

Egyenletek	A modell R ² értéke	Regressziós együtthatók					
		Konstans	Rostélyos mérete I.	Rostélyos mérete II.	Hátfaggyú vastagság (cm)	Fartájéki faggyúvastagság (cm)	Becsült meleg hasított súly / élő súly (kg)
C-5U	0,65	631,1	1,9	-	-2,35	-1,56	-0,29
USLEAN	0,73	606,94	1,18	-	-10,03	-	-
Eqn4	0,71	608,17	1,01	-	-10,09	-	-
Eqn5	0,72	600,72	1,24	-	-10,52	-	-
Eqn6	0,72	560,89	10,9	10,45	-11,34	-	-

Forrás: BERGEN et al. (2003)

WILLIAMS et al. (1997) a színhúsmennyiség és arány becslésére szolgáló egyenletek megbízhatóságát alternatív ultrahangos paraméterek bevonásával növelte. A hagyományosnak számító hizlalási végsúly, az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület, és a hátfaggyú vastagság mellett a fartájéki faggyúvastagságot bevonva a színhús arányt becsülő egyenletbe, az R² érték 0,175-ről 0,318-ra, míg a színhús mennyiségét becsülő egyenlet estében 0,847-ről 0,865-re nőtt. Ezzel szemben a biceps femoris izom vastagság értékének felhasználása nem javította az egyenletek

megbízhatóságát. A két alternatív tulajdonság együttes beépítésével viszont a vágott testből kivágható faggyú mennyiségét és arányát becslő egyenlet R^2 értéke 0,530-ról 0,610-re, illetve 0,254-ről 0,360-ra volt növelhető. TAIT et al. (2005) a négy legértékesebb húsrész színhústartalmára vonatkozó becslő egyenletet fejlesztettek ki. A vágást megelőzően felvett ultrahangos adatokból létrehozott becslő egyenletek megbízhatósága felülmúlta a vágott testen mért paraméterekből létrehozott egyenletek megbízhatóságát. A vágott testen mért paraméterekből létrehozott legmegbízhatóbb egyenlet (hátfaggyú vastagság; vese-, hasúri faggyú mennyiség; rostélyos keresztmetszet terület) R^2 értéke 0,308, míg az élő állaton ultrahanggal megállapított paraméterekből létrehozott egyenlet (hátfaggyú vastagság, rostélyos keresztmetszet terület, élősúly, gluteus medius izom területe) R^2 értéke 0,454 volt.

GREINER et al. (2003c) az élősúly, a fartájékon és a rostélyos régiójában megállapított bőr alatti faggyúvastagság, a rostélyos keresztmetszet terület felhasználásával létrehozott modellel 84%-os megbízhatósággal becsülték a hússzéki bontás során kitermelt értékes húsrészek mennyiségét ($P < 0,01$). Az előbb említett tulajdonságok mellett a bőrvastagságot is felhasználták a húskitermelés arányának becslésére. Ennek eredményeként $R^2 = 0,61$ pontosságú becslő egyenletet kaptak ($P < 0,01$). Ezzel szemben a vágott testen mért adatok segítségével az értékes húsrészek mennyiségét és a húskitermelési arányt $R^2 = 0,86$ és $R^2 = 0,65$ pontossággal tudták meghatározni. Megállapításuk szerint az ultrahangos eredményekre alapozott vágóérték becslés hasonlóan pontos, mint a vágott testen meghatározott paraméterek alapján végzett.

MOSER et al. (1998) fajtatiszta és keresztezett brangus növendék bikák és üszők rostélyos keresztmetszet területénél a vágott testen $h^2 = 0,39$, míg ultrahangos mérésnél $h^2 = 0,29$ örökölhetőségi értéket határoztak meg. A hátfaggyú vastagságnál 0,27 és 0,11 h^2 értéket számoltak. A vágott testen és az ultrahanggal mért hátfaggyú vastagság között $r = 0,69$, míg a rostélyos keresztmetszet hasonló mérési eredményei között $r = 0,66$ genetikai korrelációt találtak. A közepesen szoros összefüggések azt sugallják, hogy a hátfaggyú vastagság és a rostélyos keresztmetszet területének ultrahangos mérése alkalmas a vágott testen mérhető hasonló tulajdonságok fejlesztésére a tenyésztői munka során. Az éves korban élő állaton felvett ultrahangos paraméterek alapján végzett szelekcióval jelentős genetikai előrehaladás érhető el.

Az egyes tulajdonságok közötti regressziós összefüggések lehetővé teszik a mért adatok meghatározott életkorra, élősúlyra, bőr alatti faggyúvastagságra stb. történő korrekcióját. Ezáltal becsülhetővé válnak az előbb említett tulajdonságok, amelyek csak abban az esetben lennének pontosan meghatározhatók, ha az adott egyed, vagy csoportot a kívánt életkor, élősúly, bőr alatti faggyúvastagság, színhús arány, vágott testsúly eléréséig hizlalnánk (TÖRÖK et al., 2008b). Az állatok mért adatainak egységes életkorra (pl.: 365 vagy 420 napos életkorra) történő korrigálása a növekedési kapacitást emeli ki. Az egységes élősúlyra történő korrekció az izom-, a faggyú- és csontszövetek növekedési arányát fejezi ki a fejlettséggel összefüggésben. Például a vizsgált tulajdonságok egységes bőr alatti faggyúvastagságra történő korrekciója lehetővé teszi az egyedek azonos fiziológiai érettségekor és faggyúsodási foka esetén az összehasonlítást, az apaállatok rangsorolását. A regressziós egyenletek meredeksége (b), a megfelelő dimenzióval ellátva korrekciós faktorként is használható. A korrekciós faktor megmutatja, hogy az egyik vizsgált tulajdonság egységnyi változása mekkora változást idéz elő a vizsgált másik tulajdonság esetén (TÖRÖK et al., 2008b).

Összességében elmondható, hogy számos országban hoztak létre olyan becslő egyenleteket, mellyel az élő állaton ultrahanggal becsült paraméterek segítségével meghatározható az állatok vágóértéke (pl.: színhús arány, értékes húsrészek aránya). Ugyanakkor hazai körülmények között is szükséges lenne a meghatározó genotípusokra kidolgozni hasonló becslő egyenleteket, amelyek lehetővé teszik a vágóállatok élő állapotban történő objektív, mérőműszeres minősítését.

3. Saját vizsgálatok

3.1. Anyag és módszer

3.1.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételtetősége

Két ultrahangos technikus esetén vizsgáltam az ultrahangos felvételek kiértékelésének ismételtetőségét 141 charolais növendék bikáról készített ultrahangos felvétel segítségével. A bikák átlagosan $356,7 \pm 63,30$ nap (259-474 nap) életkorúak és $462,1 \pm 100,44$ kg (288-670 kg) élősúlyúak voltak a vizsgálat időpontjában. A felvételeket egyrészt saját magam (B), másrészt egy gyakorlott technikus (A) értékelte. Az alábbi területekről készült felvételek szerepeltek a vizsgálatban: rostélyos keresztmetszet területe (ROT), hátfaggyú vastagság (HFAG), fartájéki faggyúvastagság ausztrál (P8) és észak-amerikai módszer szerint (FTF), gluteus medius izom vastagság (GMV) és testfal vastagság (TFV). A felvételek értékelését mindkét technikus két ismétlésben végezte el (A: 1. értékelés; B: 2. értékelés), tehát egy állat adott tulajdonságáról 2×2 , azaz négy ismételt mérésből származó adat állt rendelkezésre. Az első öt tulajdonság esetében 4×141 , azaz 564, míg a testfal vastagság esetében 4×95 , azaz 380 adat képezte a teljes adatbázist.

Az alábbi statisztikai értékelési módszereket alkalmaztam:

- Kiszámítottam a felvételek ismételt értékeléséből származó adatok alapstatisztikai mutatóit, az ismételtetőséget korreláció-analízissel értékeltem.
- A ismételtetőség további értékeléséhez az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyökét (root mean squared errors – RMSE) számítottam ki az alábbi képlettel:

$$\sqrt{\frac{\sum (M_2 - M_1)^2}{n}}$$

ahol M_1 és M_2 az ultrahangos felvételek két értékelését, az n a vizsgált egyedek számát jelöli.

- Kiszámítottam a szórás hibáját is (error standard deviation – ESD), melynek képlete:

$$\sqrt{\frac{\Sigma[(M_2 - X_{M_2}) - (M_1 - X_{M_1})]^2}{(n - 1)}}$$

ahol M_1 és M_2 egy állat ultrahangos felvételének két értékelését, X_{M_1} és X_{M_2} az egyes értékelések átlagértékeit, n a vizsgált egyedek számát jelöli (HERRING et al., 1994a).

- Meghatároztam az átlag standard hibáját (SE) és az átlag relatív hibájának nagyságát is (SE CV%).

A technikus, valamint a kiértékelés hatását a vizsgált tulajdonságokra többváltozós variancia-analízissel (MANOVA, Type III) vizsgáltam, ahol a függő változók a vizsgált tulajdonságok és a független változók a technikus és a kiértékelés voltak.

Az ultrahangos technika segítségével vizsgált tulajdonságok és azok mérési módszerei

A dolgozatom alapját képező ultrahangos vizsgálatokat Falco 100 típusú real-time ultrahangkészülékkel (Esaote Pie Medical) végeztem. Ehhez ASP típusú 18 cm-es, 3,5 MHz frekvenciájú lineáris vizsgálófejet használtam (*1. kép*), melyet kifejezetten szarvasmarhák vágóértékének in vivo becslésére fejlesztettek ki. Az ultrahangos készülék áthatolóképessége 30 cm volt az adott vizsgálófejjel, ami a maximális mérésmélységet is jelentette.



1. kép: A vizsgálatokhoz használt ultrahangkészülék és hordozható számítógép

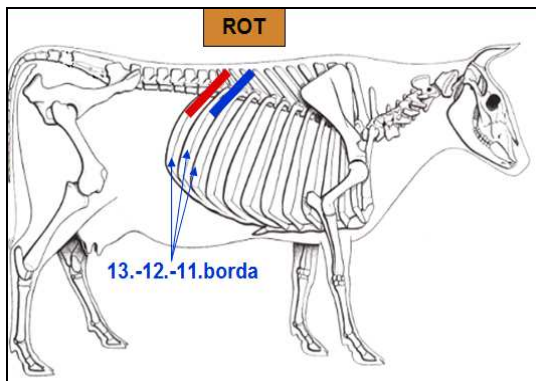
Forrás: Saját készítés

A vizsgálófej és az állat testfelülete közötti jobb kapcsolat érdekében elótélenlencsét használtam a rostélyos keresztmetszet terület és a hátfaggyú vastagság megállapításához szükséges felvételek készítésénél. A vizsgált testfelületet a felvételek készítése előtt szükség szerint megtisztítottam. A megfelelő akusztikus kapcsolat érdekében növényi olajat (napraforgó olaj) vittem fel a vizsgálati területre. Ennek szükségességét az indokolja, hogy a levegőben nem terjednek a transzverzálisan keltett hanghullámok, ezért folyadék közeget kell biztosítani a terjedés elősegítése érdekében. A megfelelő minőségű felvételeket hordozható számítógépen rögzítettem. A képek rögzítéséhez és azok kiértékeléséhez speciális software-t használtam (Ultrasound Engineer 3.0 – NEFTY INFORMATICS (2006)). A felvételek értékelése az alábbi protokoll szerint történt (TÖRÖK et al., 2011):

1. A kép kiválasztása.
2. A mérési mélység beállítása (5, 8, 13, 16, 19, 23, 27, 29 cm).
3. A mérés típusának meghatározása (távolság, terület).
4. A mérés kezdéséhez szükséges kezdő- és végpont kijelölése.
5. A kiértékelt kép elmentése.
6. Az eredmény adatbázis fájlba írása.

Vizsgálataim során húshasznú szarvasmarhák különböző izomcsoportjairól és bőr alatti faggyúdepóiról készítettem ultrahangos felvételeket az alábbi módon:

A **rostélyos keresztmetszet területének** (angolul: ribeye area; továbbiakban ROT) mérése a 12-13. bordák között, a bordákkal párhuzamosan történik (ROBINSON et al., 1992; PERKINS et al., 1996; TÓZSÉR et al., 2005b; TÓZSÉR et al., 2005c) (2-3. kép). A pontos becslés érdekében elkerültem, hogy valamelyik borda fölött történjen a mérés. Ebben az esetben ugyanis a bordacsont leárnyékolja az alatta levő területet, néhány cm^2 -rel csökkentve a mérhető ROT értékét. Így ezen a részen nem láthatók a megfelelő minőségű kép készítéséhez szükséges anatómiai referencia pontok. A másik hibalehetőséget az adhatja, ha a két borda közötti résznél átlósan történik a mérés, ami jelentősen megnöveli a mért területet (DOMOKOS, 2011). A dolgozat 3.2.2. és 3.2.5. fejezetében a ROT méretének meghatározása nemcsak a 12/13. (jelölése: $\text{ROT}_{12/13}$), hanem a 11/12. bordák között (jelölése: $\text{ROT}_{11/12}$) is megtörtént, mint kiegészítő, alternatív mérési pont. A $\text{ROT}_{11/12}$ mérésénél is figyelembe vettem az előbbieken leírtakat.



2. kép: A rostélyos keresztmetszet terület mérésének anatómiai pontjai

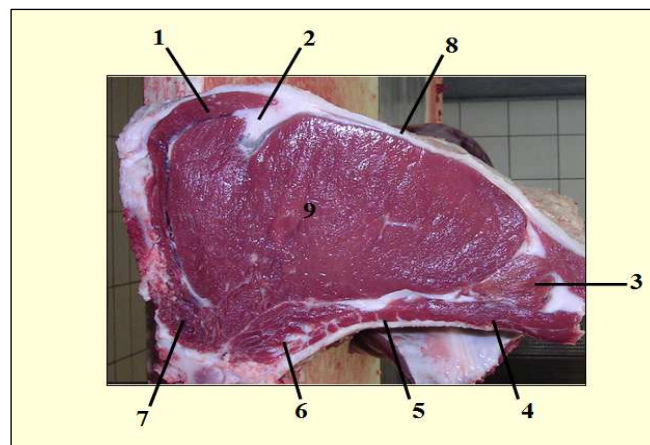
Forrás: Saját készítés



3. kép: A rostélyos keresztmetszet terület mérése a 12/13. bordaközben

Forrás: Harangi Péter

A felvételeket a rostélyos (m. longissimus dorsi) körberajzolásával értékeltem, ügyelve arra, hogy más izomcsoportok az eredményeket ne torzítsák (4. kép).



4. kép: A rostélyos keresztmetszet területének vizsgálata során látható izomcsoportok és anatómiai pontok a 12/13. bordaközben

Forrás: Saját készítés

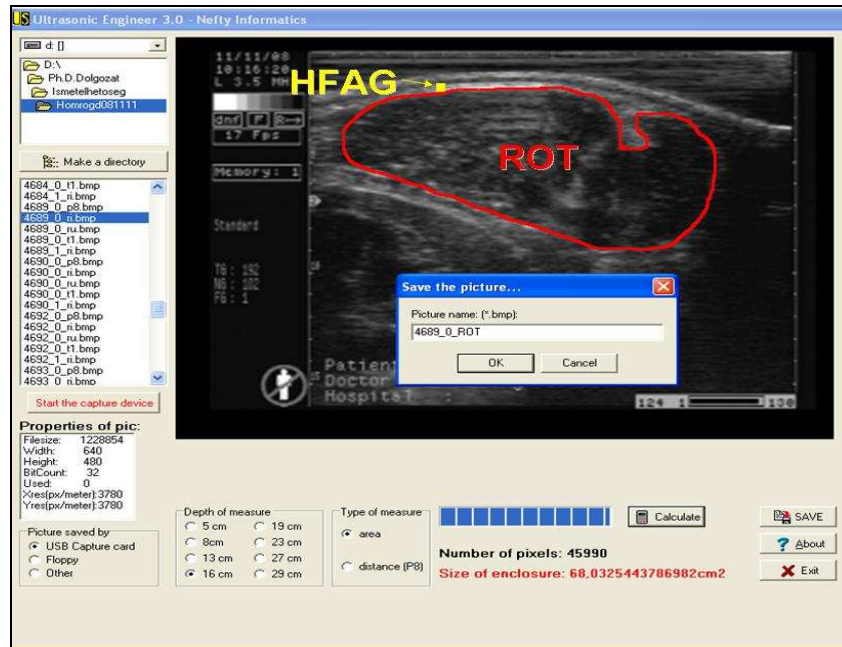
(1) spinalis dorsi, (2) acorn faggyú, (3) longissimus costarum, (4) intercostals, (5) az intercostals izomcsoportnál megfigyelhető 'törés', (6) quadratus lumborum, (7) multifidus dorsi, (8) bőralatti faggyuréteg, melyet a rostélyos szélességének $\frac{3}{4}$ hosszúságában mérnek, (9) m. longissimus dorsi vagy hosszú hátizom (rostélyos)

A különböző élősúlyú egyedek rostélyos keresztmetszet területének összehasonlíthatósága érdekében a rostélyos területét az élősúly %-ban is kifejeztem az alábbi módon:

Relatív rostélyos terület [Rel. ROT] = (ROT / Élősúly) x 100 [M.e: cm²/100 kg]

A **hátfaggyú vastagságot** (angolul: backfat thickness; továbbiakban HFAG) a rostélyosról készített keresztmetszeti felvételen a rostélyos mediális szélétől

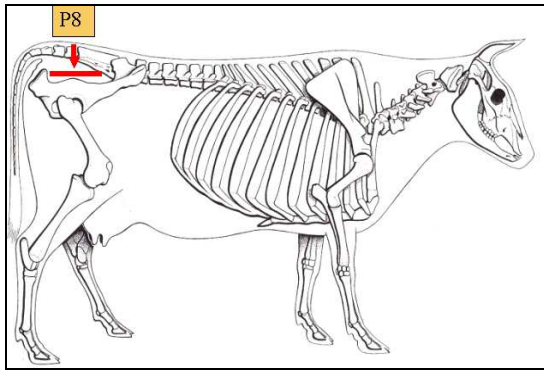
(gerincoszlop felőli rész) számított $\frac{3}{4}$ -énél határozta meg (PERKINS et al., 1996) (5. kép). A dolgozat 3.2.2. és 3.2.5. fejezetében a HFAG méretének meghatározása nemcsak a 12/13. (Jelölése: HFAG_{12/13}), hanem a 11/12. bordák között (Jelölése: HFAG_{11/12}) is megtörtént, mint alternatív mérési pont.



5. kép: A rostélyos keresztmetszet terület és a hátfaggyú vastagság meghatározása ultrahangfelvételen Ultrasound Engineer 3.0 software segítségével

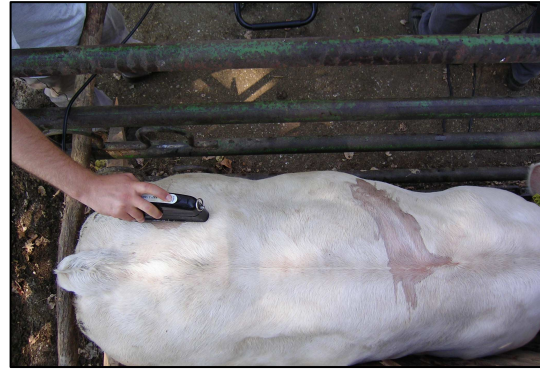
Forrás: Saját készítés

A fartájéki bőr alatti faggyúvastagság ausztrál módszerrel (angolul: P8; továbbiakban P8) történő megállapításának mérési helye a 3. keresztcsonti csigolya magasságában a gerincoszlopra bocsátott merőleges és az ülőgumótól a gerincoszloppal párhuzamosan húzott egyenes metszéspontján található (6-8. kép). Ez a pont a valóságban kb. egy tenyérnyi távolságot jelent a gerincoszloptól (REVERTER et al., 2000; TÖZSÉR et al., 2005a; TÖZSÉR et al., 2005c).



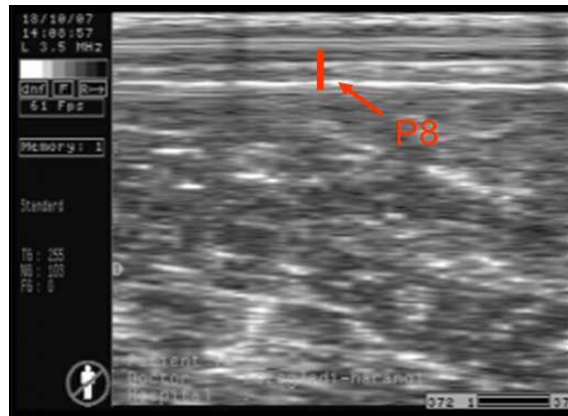
6. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) mérésének anatómia pontja

Forrás: Saját készítés



7. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) mérése

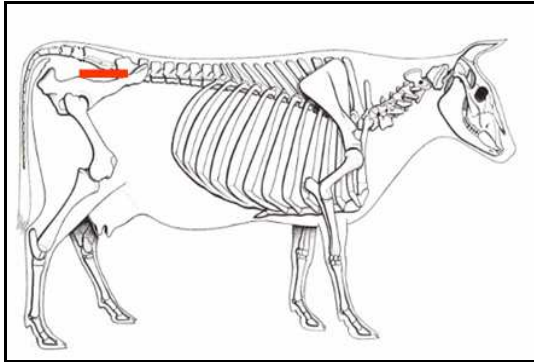
Forrás: Harangi Péter



8. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) meghatározásának módja ultrahangfelvételen

Forrás: Saját készítés

A fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszerrel történő (angolul: rump fat; továbbiakban FTF) megállapításának mérési helye a gluteus medius és a biceps femoris izmok találkozásánál, a külső csípőszöglettel egy magasságban, attól körülbelül 10 cm-es távolságra található (ROBINSON et al., 1992; PERKINS et al., 1996; WILLIAMS et al., 1997) (9-10. kép). Az ultrahangos felvételen két különálló izomcsoport látható: a m. gluteus medius és a m. biceps femoris.



9. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszer szerinti (FTF) mérésének anatómia pontja

Forrás: Saját készítés



10. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszer (FTF) szerinti megállapítása ultrahangfelvételen

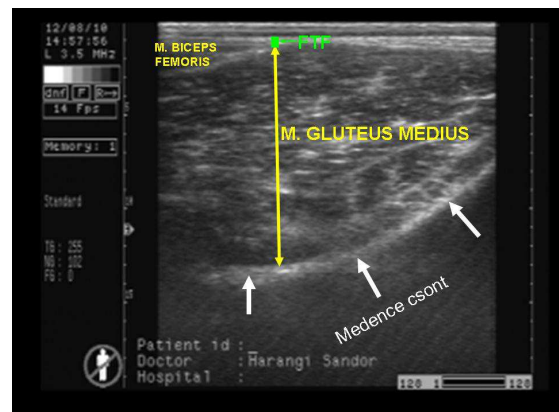
Forrás: Saját készítés

A **gluteus medius izom vastagságának** (angolul: gluteus medius depth; továbbiakban GMV) meghatározása az amerikai módszerrel megállapított fartájéki faggyúvastagság értékelésére szolgáló felvételen történik (GREINER et al., 2003b; WILLIAMS et al., 1997; BERGEN et al., 2005) (11-12. kép). A GMV mérésének kezdeti pontja a felvételen a m. gluteus medius és a m. biceps femoris izmok találkozásánál van (a bőralatti faggyúréteg alatt), míg a végső pont a testfelületre állított merőleges által a medencecsont ívét metsző pontnál található.



11. kép: Az amerikai módszer szerinti fartájéki bőralatti faggyúvastagság (FTF) és a gluteus medius izomcsoport vastagságának (GMV) mérése

Forrás: Harangi Péter



12. kép: Az amerikai módszer szerinti fartájéki bőralatti faggyúvastagság (FTF) és a gluteus medius izomcsoport vastagságának (GMV) megállapítása

Forrás: Saját készítés

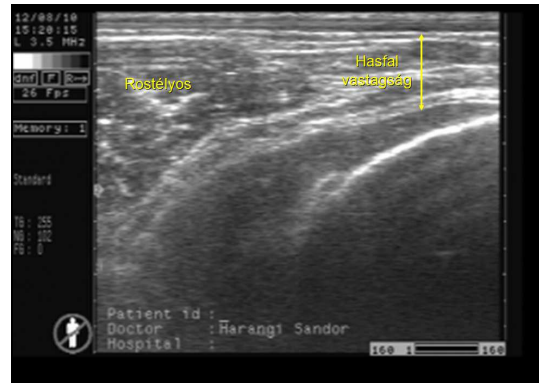
A **testfal vastagság** (angolul: body wall thickness, továbbiakban TFV) mérése a 12/13. bordák között történik (előtétlencse használatát mellőzve), kb. 4 cm-re ventrálisan a m. longissimus dorsitól, merőlegesen a külső testfelületre. A felvétel értékelése során a bőr

alatti faggyúvastagságot és a bordaközötti izmok vastagságát mérik, viszont a bőr vastagságát nem (GREINER et al., 2003a; BERGEN et al., 2005) (13-14. kép).



13. kép: A testfal vastagság mérése

Forrás: Harangi Péter



14. kép: A testfal vastagság mérése ultrahang-felvételen

Forrás: Saját készítés

3.1.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága

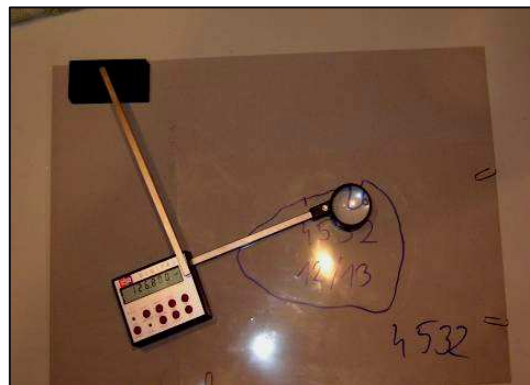
Vizsgálataimat charolais hízó bikákon végeztem, amelyek tartási körülményei, hizlalási, vágási és csontozási eredményei a 3.1.4.1. és 3.2.4. fejezetben kerülnek bemutatásra. Az elemzésben összesen 21 állat adatai szerepeltek, melyeket három csoportban, 500 (n = 7), 600 (n = 7) és 700 kg-os (n = 7) élősúlyban értékeltem. A csoportok a továbbiakban kis, közepes és nagy súlykategóriaként fognak szerepelni. Az állatok ultrahangos vizsgálata a vágás előtti napon, az állatok hizlalását végző üzemen történt. A rostélyos keresztmetszetről a 11/12. és a 12/13. bordaközben is készítettem felvételeket (UROT_{11/12}; UROT_{12/13}), majd azokat két alkalommal értékeltem (UROT1; UROT2). A statisztikai értékeléshez a két ultrahanggal megállapított értékből átlagot képeztem (UROT átlag).

Az állatok vágása utáni napon – a féltetek hússzéki bontása során – a vágott test rostélyos keresztmetszetének (11/12., illetve 12/13. bordák között átvágott rostélyos) felületére helyezett fólia lapon rögzítettem a rostélyos keresztmetszeti képének körvonalait. Ezután planiméterrel határoztam meg (15-16. kép) a rostélyos keresztmetszet területének vágott testen mérhető értékeit mindkét anatómiai ponton (CROT_{11/12}; CROT_{12/13}). A planiméter speciálisan területmérés céljára kifejlesztett eszköz, melynek legismertebb változata az általam használt poláris planiméter (ZENTAI, 1991). A vizsgálataim során Digiplan No. 300 (GEBRÜDER HAFF GMBH) típusú planimétert használtam.



15. kép: A rostélyos keresztmetszet területének meghatározása planiméterrel

Forrás: Harangi Péter



16. kép: Planiméter és a rostélyosról készített fólialenyomat

Forrás: Saját készítés

Az alábbi statisztikai módszereket alkalmaztam:

- A vágott testen (CROT), valamint az élő állaton ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület (UROT) értékek közötti különbségek értékelését kétmintás t-próbával vizsgáltam. A vágott testen mért (CROT) és az ultrahanggal becsült (UROT) értékek normál eloszlást mutattak, melyet a Kolmogorov-Smirnov és a Shapiro-Wilk teszt eredményei is bizonyítottak.
- Az eljárás megbízhatóságának értékeléséhez korrelációs számítást (Pearson-korreláció) végeztem a CROT és UROT értékek között ismétlésenként és súlykategóriánként.
- Megvizsgáltam az UROT és a CROT közötti eltérések nagyságát a CROT méretének függvényében, illetve, hogy a CROT mérete befolyásolja-e az ultrahangos mérés hibáját?

3.1.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával

A RTU technika hazai tenyésztési programokba való beépítését elősegítve tenyészbika-jelöltek ultrahangos paramétereiről gyűjtöttem adatokat az ÜSTV alatt. Vizsgálataim során két – Magyarországon meghatározó jelentőségű – húsmarhafajta tenyészbika-jelöltjeinek növekedését kísértem nyomon RTU technika segítségével. A derecskei Petőfi Mezőgazdasági Kft.-nél húshasznú magyar tarka, a léhi Abaúji Charolais Kft.-nél charolais tenyészbika-jelöltek képezték a vizsgálatom tárgyát.

A magyar tarka tenyészbika-jelöltek ($n = 53$) növekedését az ÜSTV mintegy 4 hónapos időszaka alatt kísértem figyelemmel (17-18. kép). A legnagyobb genetikai értékű, jó küllemmel rendelkező, a koruknak megfelelő fejlettségű bikaborjak kerülhettek csak a sajátteljesítmény-vizsgálatba. A választás után mintegy 30-60 nappal történt az ÜSTV-be történő beállítás. A vizsgált egyedek összesen 8 ÜSTV indításból származtak a 2007.05.11. – 2010.03.19. közötti időszakban. Származásukat tekintve tizennégy tenyészbikától származtak mesterséges termékenyítés révén, melyek között megtalálhatók voltak hazai magyar tarka, illetve német és kanadai hústípusú szimentáli tenyészbikák is.



17-18. kép: Húshasznú magyar tarka növendék bikák a hizlaldában

Forrás: Saját készítés

A charolais fajtájú tenyészbika-jelöltek ($n = 96$) növekedését az ÜSTV mintegy 5 hónapos időszaka során vizsgáltam. A vizsgált egyedek összesen 5 ÜSTV indításból származtak a 2006.12.21. – 2009.06.04. közötti időszakban (19-20. kép).



19-20. kép: Charolais növendék bikák az üzemi sajátteljesítmény-vizsgálat során

Forrás: Saját készítés

Származásukat tekintve huszonöt tenyészbikától származtak mesterséges termékenyítés és természetes fedeztetés révén. Az apaállatok részben hazai tenyésztésű vagy francia import, természetes fedeztetésre engedélyezett tenyészbikák, illetve részben francia mesterséges termékenyítésre használt tenyészbikák voltak.

Az állatokat az ÜSTV alatt – mindkét tenyészetben – kifutóval ellátott istállóban tartották, melyhez fedett mélyalmos pihenőtér is tartozott. A tartási és takarmányozási viszonyok a Szarvasmarha Teljesítményvizsgáló Kódex (OMMI, 2002) erre vonatkozó előírásainak megfeleltek. Az állatok napi takarmányadagja kukoricaszilázsból, réti szénából és hízómarha takarmánykeverékből tevődött össze. A vizsgálatok során rögzítettem az egyedek származási, születési és választási eredményeit is. Az ÜSTV-be történő beállítás napjától a kimérésig, havi rendszerességgel történt az állatok mérlegelése hitelesített állatmérleggel. Az ÜSTV indításakor, zárásakor, illetve a két időpont közötti havi mérlegelések alkalmával ultrahangos technika segítségével megállapítottam a ROT, a HFAG, a P8, a FTF, a GMV és a TFV értékeit.

Az alábbi statisztikai értékelési módszereket alkalmaztam:

- Bemutattam a tenyészbika-jelöltek ÜSTV elején és végén megállapított ultrahangos paramétereit egyszerű statisztikai mutatók segítségével (átlag, szórás, minimum és maximum). Kiszámítottam továbbá valamennyi paraméter esetén az ÜSTV alatt megfigyelt változások mértékét is.
- Feltártam az ÜSTV elején és végén megállapított ultrahangos paraméterek közötti összefüggéseket Pearson-féle korrelációs együttható segítségével. Az összefüggések definiálására egyváltozós lineáris regresszió számítását alkalmaztam.
- A lineáris regressziós egyenletek becslési pontosságának növelése érdekében az egyes ultrahanggal megállapított tulajdonságok ÜSTV végén várható értékének becslését többváltozós stepwise lineáris regresszió számítás segítségével végeztem el. Ebben az esetben több, az ÜSTV elején mért ultrahangos tulajdonság felhasználásával állítottam elő becslő egyenletet az egyes ultrahangos tulajdonságok értékeinek az előrejelzéséhez.

Az ultrahangos adatok meghatározott életkorra, élősúlyra, stb. történő korrekciója érdekében regressziós egyenleteket hoztam létre. Elsőként az ÜSTV teljes időszaka alatt felvételezett ultrahangos adatok közötti kapcsolatokat vizsgáltam korrelációszámítással. Az egyes tulajdonságok segítségével elvégzett regresszió analízis során

többféle függvény típust megvizsgáltam. A legszorosabb illeszkedést mutató egyenletek tulajdonság páronként táblázatban kerülnek bemutatásra. A függvényillesztést az SPSS 17.0 statisztikai programcsomag Regression/Curve Estimation menüpontjával végeztem. A magyar tarkánál a ROT, a P8, a HFAG mérésekor 53 bika 174 adatát, míg a FTF, a GMV és a TFV mérésekor 27 állat 106 adatát használtam fel az egyenletek kiszámításához. Ugyanakkor a charolaisnál a ROT, a P8, a HFAG mérésekor 96 bika 411, míg a FTF és a GMV mérésekor 53 állat 184 ultrahanggal becsült eredményét dolgoztam fel. Ennek magyarázata, hogy csak a 2008 őszén és 2009 tavaszán sajátteljesítmény-vizsgálatba állított bikacsoportoknál mértem a fartájéki bőr alatti faggyúvastagságot és a gluteus medius izom vastagságát.

Az alábbi függvény típusokat vizsgáltam (SPSS 17.0 for WINDOWS):

Lineáris	$Y = b_0 + (b_1 * t)$
Logaritmikus	$Y = b_0 + [b_1 * \ln(t)]$
Másodfokú	$Y = b_0 + (b_1 * t) + (b_2 * t^2)$
Harmadfokú	$Y = b_0 + (b_1 * t) + (b_2 * t^2) + (b_3 * t^3)$
Power	$Y = b_0 * (t^{b_1})$ vagy $\ln(Y) = \ln(b_0) + (b_1 * \ln(t))$.
Exponenciális	$Y = b_0 * [e^{(b_1 * t)}]$

3.1.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízó bikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése

Vizsgálataim tárgyát a hizlalási végsúly növekedésével párhuzamosan a súlygyarapodásban, a húskitermelési arányban, az EUROP minősítésben, a színhús kihozatalban és a faggyú mennyiségében mutatkozó különbségek feltárása jelentette charolais hízó bikáknál. A kapott eredmények a charolais fajta vágóértékéről hasznos információkat nyújthatnak a húsmarha-vertikum magyar és külföldi szereplői számára egyaránt. Ezen túlmenően a vizsgálatban szereplő egyedek adatai szolgáltatottak információt az ultrahangos technika megbízhatóságának értékeléséhez, illetve az ultrahangos paramétereiből történő vágóérték becsléshez.

3.1.4.1. A vizsgálat körülményeinek bemutatása

A vizsgálatban köztes típusú charolais hízó bikák szerepeltek, amelyek öt francia genetikai háttérrel rendelkező tenyészbikától származtak természetes fedeztetés, illetve

mesterséges termékenyítés révén. A 2007-es születésű borjából a választást követően harminc egyedet választottunk ki, melyeket három csoportban helyeztünk el. Az állatokat a hizlalás időszaka alatt kifutóval ellátott istállóban tartották, mely fedett mélyalmos pihenőtérrel egészült ki. A hizlalás átlagos üzemi tartási és takarmányozási viszonyok között, félintenzív módon történt. A napi takarmányadagjuk kukoricaszilázsából, árpaszenázsból, réti szénából és hízómarha takarmánykeverékből tevődött össze. Takarmányozásuk semi ad libitum módon történt. Silókukorica szilázsából és gyepszénából étvágy szerint fogyaszthattak, míg az árpaszenázsból, illetve a hízómarha takarmánykeverékből a hizlalás kezdetén 2-2, majd 4, illetve 6 kg-ot kaptak. A hizlalás során etetett takarmányfeleségek szárazanyag-, nyersfehérje-, nyerszsír-, nyersrost-, nyersshamu, életfenntartási nettó energia (NE_m), testtömeggyarapodási nettó energia (NE_g) tartalmának meghatározása a MAGYAR TAKARMÁNY KÓDEX (1990) 2. kötetében ajánlott módszereivel történt (11. táblázat). A vizsgálatokat a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma, Mezőgazdasági-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Kar Agrárműszer Központja végezte, mely a nemzeti (NAT) és nemzetközi (GAFTA) akkreditálási rendszerben is akkreditált vizsgálólaboratórium. A TMR szárazanyag tartalma 43%, fehérjetartalma 135 g nyersfehérje/sz.a. kg és az energiakoncentráció 4,9 MJ NE_g /sz.a. kg volt.

11. táblázat: A takarmányok kémiai összetétele

Beltartalmi mutatók	Hízómarha takarmánykeverék	Árpaszenázs	Kukoricaszilázs	Rétiszéna	
Beltartalom (100% szárazanyagra vonatkoztatva)					
Szárazanyag (g/100 g)	88,10	23,67	24,93	82,38	
Nyersshamu (%)	4,74	13,76	8,93	7,78	
Nyersrost (%)	4,49	34,23	23,30	34,38	
Nyersfehérje (%)	17,29	15,60	9,26	9,54	
Nyerszsír (%)	2,95	5,92	6,24	2,21	
Energia-tartalom	NE_m (MJ/kg)	7,87	5,08	7,00	4,60
	NE_g (MJ/kg)	5,22	2,72	4,46	2,29

A vizsgálat során 500, 600 és 700 kg-os hizlalási végsúly elérését tűztem ki célul (továbbiakban kis, közepes és nagy vágósúly). A csoportok homogenitása érdekében

csopontonként három-három egyedat kizártunk, így a hizlalási időszak végén csopontonként hét-hét egyedat vágtak le.

3.1.4.2. A hízóbikák vágása

A kiválasztott 21 hízóbika (súlykategóriánként 7-7 egyed) vágása és hússzéki bontása a KO-BOR Hús Kft. jászszentandrásai vágóhídján történt. A hizlalási végsúly megállapítása közvetlenül a vágóhídra szállítás előtt a tenyészetben történt. Az állatok a szállítójárműre való felrakodástól számítva 3 órán belül a vágóhídra érkeztek. Az idő rövidsége miatt az emésztőrendszer teljes kiürülésére nem kerülhetett sor, ami a hagyományos módon számolt húskitermelési arány értékét rontotta. Közvetlenül a vágás előtt megmérték az állatok vágási súlyát. A szállítási veszteséget a hizlalási végsúly és a vágási súly különbségeként határoztam meg. A vágás után a vágott testeket egységes módon kettéhasították, majd megmérték a meleg féltettek súlyát (21-22. kép).



21. kép: Charolais hízóbikák a vágósoron

Forrás: Saját készítés



22. kép: Vágott test

Forrás: Saját készítés

A húskitermelési arányt kétféle módon határoztam meg. A húskitermelési arányt klasszikus értelemben a meleg féltettek súlyának és a vágási súlynak a hányadosaként számoltam ki (húskitermelési arány I.). A húskitermelési arány azonban nagyban függ az állat emésztőrendszerének teltségétől. Ezt kiküszöbölve üres emésztőrendszerrel rendelkező állatot feltételezve is kiszámítottam ezt a mutatót. Ebben az esetben a meleg féltettek, valamint a vágósúlynak a belek és a gyomrok tartalmával csökkentett

értékének hányadosával számoltam (húskitermelési arány II.). A vágóhídon az emésztőrendszer feldolgozása során eltávolítottuk annak tartalmát. Ezt megelőzően megmértük a gyomor és béltartalommal együtt az emésztőrendszer súlyát. Ezután a beleket és a gyomrokat vízszugárral átmostuk, a mosóvíz eltávolítása után megmértük az emésztőrendszer „üres súlyát”. A telt és üres emésztőrendszer súlyának különbségként kaptam meg a belek és a gyomrok tartalmának súlyát. Okleveles vágóhídi technikus határozta meg az EUROP rendszer szerinti izmoltságot és faggyúborítottságot (FVM, 2003). Az EUROP rendszer számszerűsítésére 1-15-ig terjedő pontrendszert használtam (12. táblázat).

12. táblázat: EUROP minősítési rendszer számszerűsítésére szolgáló pontrendszer

Pontszám	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
EUROP izmoltság	P	P ⁰	P ⁺	O ⁻	O ⁰	O ⁺	R ⁻	R ⁰	R ⁺	U ⁻	U ⁰	U ⁺	E ⁻	E ⁰	E ⁺
EUROP faggyúztottság	1 ⁻	1 ⁰	1 ⁺	2 ⁻	2 ⁰	2 ⁺	3 ⁻	3 ⁰	3 ⁺	4 ⁻	4 ⁰	4 ⁺	5 ⁻	5 ⁰	5 ⁺

Az élelnapra jutó csontos hús termelést a hasított féltettek súlya és az élelnapok számának hányadosaként határoztam meg. Továbbá megállapítottam a lábvégek, a bőr, a fej, a nyelv, az összes faggyú, a vesefaggyú, valamint a belső szervek (szív, lép, máj, tüdő és vese) súlyát, és a vágási súlyhoz viszonyított arányát.

3.1.4.3. A vágott testek hússzéki bontása

A vágást követő 24 órás hűtés után megmértem a féltettek hideg súlyát. Mindkét féltest hússzéki bontását és kicsontozását elvégezték, mely alapján meghatároztam a csont, a hús, a faggyú és az ín mennyiségét, valamint ezek csontozásra bemért hideg féltettek súlyához viszonyított arányát (23-24. kép). A kereskedelmi húsrészekre való bontás után megállapítottam a kinyerhető I., II., illetve III. osztályú húsok mennyiségét, valamint ezek hideg féltettek súlyához viszonyított arányát. POLGÁR et al. (2009) közlésének megfelelően I. osztályú húsrésznek tekintetem a nyak, a tarja, a rostélyos, a vastaglapocka, az oldallapocka, a szegyfej, a vesepecsenye, a hátszín, a puhahátszín, a gömbölyű felsál, a hosszú felsál, a fartő, a feketepecsenye, illetve a fehérpecsenye letisztított húsrészeit a II. és III. osztályú részek eltávolítását követően csont, faggyú és

ín nélkül. Meghatároztam ezek súlyát és a hideg féltetek súlyához viszonyított arányát is.



23. kép: A féltetek negyedelése

Forrás: Saját készítés



24. kép: A féltetek hússzéki bontása

Forrás: Saját készítés

A számszerűsített eredményeket Microsoft Excel (2003) programmal készítettem elő és SPSS 17.0 szoftverrel értékeltem. A normalitásvizsgálatok (Kolmogorov-Smirnov és Shapiro-Wilk teszt) elvégzése után az alapstatisztikai mutatókat számítottam ki (átlag, szórás). Az egyes súlykategóriák eredményei között fennálló különbségek feltárására egytényezős varianciaanalízist (One Way ANOVA) alkalmaztam. Az elemzés során $P < 0,01$; $P < 0,05$ és $P < 0,1$ valószínűségi szinten számoltam. A súlykategóriák közötti különbséget Tukey-teszttel mutattam ki.

3.1.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál

Bizonyos országokban már léteznek ultrahangos mérésekre alapozott testösszetételt becsülő egyenletek, de ezek hazai gyakorlati alkalmazhatósága számos nehézségbe ütközik az eltérő fajta, ivar, kor, takarmányozás, tartástechnológia, éghajlati tényezők, stb. miatt. A hazai körülmények között elvégzett próbavágásokra alapozott becsülő egyenletek létrehozását a hazai tényezőkhöz való adaptáció indokolja. A vizsgálatban 21 charolais hízóbika vett részt, melyek ultrahangos paramétereit a vágóhídra szállítást megelőzően élő állapotban állapítottam meg. A gyakorlatban széleskörűen alkalmazott ultrahangos paramétereken túlmenően meghatároztam a TFV-t és a GMV-t. Ezek a paraméterek, mint alternatív mérési módszerek kiegészíthetik a testösszetétel becslésére már használt ultrahangos adatokat, ezáltal pontosabb becslést lehetővé téve. A vizsgálatban szereplő bikák hizlalási, vágási és csontozási eredményei a 3.2.4.

fejezetben található. A normalitásvizsgálatok elvégzését követően az élő állaton becsült ultrahangos paraméterek és a különböző vágási, csontozási mutatók között korrelációs számítást végeztem. Az ultrahangos paraméterekből a vágóértéket jellemző paraméterek (függő változók) becslésére alkalmas egyenletek kidolgozására stepwise lineáris regressziós módszert használtam. A független változóknak szignifikánsnak ($P < 0,10$) kellett lennie ahhoz, hogy a regressziós modellben maradhassanak (WILLIAMS et al., 1997). Az alábbi független változók kerülhettek a becslő egyenletekbe az előbbi feltétel teljesülése esetén:

- életkor
- vágósúly
- ránhizlalt súly
- hizlalás alatti napi súlygyarapodás
- $ROT_{11/12}$
- $ROT_{12/13}$
- $HFAG_{11/12}$
- $HFAG_{12/13}$
- P8,
- FTF
- GMV
- TFV

Az alábbi vágóértékekkel kapcsolatos paraméterek szerepeltek a vizsgálatban, mint függő változók:

- húskitermelési arány I. (%)
- húskitermelési arány II. (%)
- meleg féltetek súlya (kg)
- csontozáskor kivágott faggyú mennyisége (kg)
- csontozáskor kivágott faggyú aránya (%)
- színhús mennyiség (kg)
- színhús arány (%)
- I. osztályú húsok mennyisége (kg)
- I. osztályú húsok aránya (%)
- életnapra jutó színhústermelés (g/nap)

Valamennyi statisztikai elemzést az SPSS 17.0 programcsomaggal végeztem el.

3.2. Vizsgálati eredmények és azok értékelése

3.2.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételhetősége

A real-time ultrahangos technika húsmarhatenyésztésben történő széleskörű magyarországi bevezetése előtt mindenképpen elengedhetetlen meggyőződni annak megfelelő ismételhetőségéről. A következőkben hat ultrahanggal mért tulajdonság ismételhetőségének vizsgálatát mutatom be. A felvételek elemzését követően kiszámítottam a legfontosabb alapstatisztikai mutatókat. Az ultrahangos felvételek két technikus által, két ismétlésben végzett értékelésének eredményeit a 13. táblázatban foglaltam össze.

13. táblázat: A vizsgált paraméterek bemutatása technikusonként és kiértékelésenként

Technikus / Kiértékelés	Statisztikai mutatók	Ultrahangos paraméterek					
		ROT (cm ²)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)	TFV (cm)
		n=564	n=564	n=564	n=564	n=564	n=380
AA	átlag±sd	83,89±16,46	0,334±0,117	0,503±0,109	0,494±0,115a	10,91±1,31	2,74±0,63
	SE	1,3822	0,0099	0,0090	0,0097	0,111	0,064
	SE CV%	1,65	2,96	1,79	1,96	1,02	2,34
	Min.	52,64	0,182	0,303	0,281	8,26	1,56
	Max.	121,31	0,843	0,821	0,791	14,27	4,78
AB	átlag±sd	82,33±15,95	0,335±0,109	0,515±0,107	0,511±0,114ab	10,94±1,23	2,70±0,65
	SE	1,3429	0,0092	0,0089	0,0096	0,104	0,067
	SE CV%	1,63	2,75	1,73	1,88	0,95	2,48
	Min.	53,60	0,154	0,301	0,321	8,19	1,57
	Max.	127,17	0,809	0,848	0,847	14,18	5,34
BA	átlag±sd	83,31±16,01	0,338±0,103	0,523±0,106	0,528±0,111b	10,97±1,20	2,69±0,68
	SE	1,3481	0,0087	0,0089	0,0094	0,101	0,070
	SE CV%	1,62	2,57	1,70	1,78	0,92	2,60
	Min.	53,29	0,154	0,321	0,313	8,01	1,72
	Max.	121,92	0,739	0,849	0,849	14,13	5,25
BB	átlag±sd	83,02±15,67	0,338±0,096	0,526±0,108	0,540±0,112b	11,08±1,19	2,65±0,71
	SE	1,3197	0,0081	0,0091	0,0094	0,100	0,073
	SE CV%	1,58	2,40	1,73	1,74	0,90	2,75
	Min.	53,57	0,168	0,285	0,321	8,12	1,75
	Max.	124,06	0,732	0,846	0,847	14,25	5,09
Összes	átlag±sd	83,18±15,98	0,337±0,107	0,520±0,107	0,518±0,114	10,95±1,24	2,71±0,67

^{a,b}: P<0,05 (szignifikáns eltérések az eltérő betűvel jelölt értékek között)

Fontos megvizsgálni a technikusok kiértékelésenként kapott minimum és maximum értékeit. A rostélyos területnél a minimum értékek gyakorlatilag megegyeznek, ugyanakkor a maximum értékek esetében már jelentősebb különbségek figyelhetők meg (121,31 és 127,17 cm²). A hátfaggyú vastagságnál az „AA” minimum értéke a legmagasabb (0,182 cm) a négy adatsor közül, ugyanakkor szintén az „AA” érte el a legmagasabb maximumot is (0,849 cm). A „BB” maximum értéke 0,111 cm-rel haladja meg az „AA”-ét. A P8 és a FTF tulajdonságokat együtt értékelve elmondható, hogy a minimumok 0,281-0,321 cm között változtak mindkét esetben, a maximumértékek közül egyedül az „AA” FTF értéke marad el a többi kiértékeléstől. A GMV esetében a szélsőértékek nagyon közeliak egymáshoz mind a négy ismétlésnél. A fartájéki faggyúvastagság (FTF) minimum és maximum értékeinél egyaránt körülbelül 12%-os az eltérés a legkisebb és legnagyobb érték között, ami jelentősnek mondható.

A technikusonként és ismételt kiértékelésenként kiszámított átlagértékek relatív hibája (SE CV%) a gluteus medius izom vastagságánál volt a legalacsonyabb (0,90-1,02%), míg a HFAG esetén a legmagasabb (2,40-2,96%).

A többváltozós varianciaanalízis eredményei (14. táblázat) azt igazolták, hogy sem a technikus, sem a kiértékelés, sem pedig a technikus x kiértékelés interakció nem volt szignifikáns hatással a ROT, a HFAG, a P8, a GMV és a TFV értékeire ($P < 0,01$). Ugyanakkor a fartájéki faggyúvastagság Észak-Amerikában használatos módszerénél szignifikáns eltérés volt megfigyelhető az egyes kiértékelések között. A „B” technikus magasabb értékeket kapott az „A” technikustól, az „AA” adatsor átlagértéke statisztikailag különbözik a „BB” és a „BA” adatsorok átlagától ($P < 0,01$). A varianciaanalízis eredményei alapján valamennyi ultrahangos tulajdonság esetében – a FTF kivételével – azonosnak tekinthetők a technikusok által meghatározott adatsorok.

14. táblázat: A technikus és a kiértékelés hatása a különböző ultrahangos paraméterek értékeire

Független változók	Függő változók (P-érték)					
	ROT	HFAG	P8	FTF	GMV	TFV
Főhatás: A: 1. technikus B: 2. technikus Technikus	n.s.	n.s.	n.s.	P<0,01	n.s.	n.s.
Főhatás: A: 1. kiértékelés B: 2. kiértékelés Kiértékelés	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Főhatás - interakció (Technikus x Kiértékelés)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

**=P<0,01

Az átlagértékek összehasonlításán túlmenően a továbbiakban az egyes technikusok kiértékelései között a korrelációs együttható szorosságát, valamint az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyökét (RMSE) és a szórás hibáját (ESD) számítottam ki (15. táblázat). Valamennyi adatsor között pozitív irányú, igen szoros korrelációs együtthatót állapítottam meg ($r = 0,86-0,99$; $P < 0,01$), mely igazolja, hogy a technikusok egymáshoz és önmagukhoz képest is hasonlóan értékelik az ultrahangos felvételeket. Az egyes tulajdonságokat részletesebben megvizsgálva a rostélyos keresztmetszetenél kijelenthető, hogy valamennyi értékelés esetén rendkívül szoros összefüggés volt tapasztalható, alacsony RMSE és ESD értékekkel ($r = 0,96-0,99$; $P < 0,01$).

Az eredmények megegyeznek a BERGEN et al. (1997) és HASSEN et al. (1998) által közöltekkel, illetve felülműlják PERKINS et al. (1992a), SMITH et al. (1992) és HASSEN et al. (2001) eredményeit. A hátfaggyú vastagság esetén szorosabb összefüggés figyelhető meg a két technikus ismételt kiértékelései között (AA – AB: $r = 0,94$; illetve BA – BB: $r = 0,94$; $P < 0,01$), mint az ún. keresztértékelések között ($r = 0,88-0,94$; $P < 0,01$). Az eredmények elmaradnak a BRETHOUR (1992) és HASSEN et al. (1998) által megállapítottakkal, ugyanakkor felülműlják HERRING et al. (1994a) közlésének eredményeit. A P8-nál $r = 0,94-0,96$ szorosságú összefüggést figyeltem meg az adatsorok között, ami némileg elmarad a TŐZSÉR et al. (2006b) által kivitelezett hasonló vizsgálatok eredményeitől.

15. táblázat: Az ismételhetőség egyszerű statisztikai mutatói technikusonként és ismétlésenként

Technikus/ Kiértékelés	Statisztikai mutatók	Ultrahangos paraméterek					
		ROT	HFAG	P8	FTF	GMV	TFV
AA - AB	r	0,97**	0,94**	0,96**	0,91**	0,97**	0,97**
	RMSE	4,30	0,0397	0,0324	0,0521	0,3697	0,1224
	ESD	3,95	0,0398	0,0314	0,0492	0,3699	0,1227
AA - BA	r	0,97**	0,93**	0,94**	0,91**	0,96**	0,96**
	RMSE	4,05	0,0444	0,0431	0,0585	0,3687	0,1538
	ESD	3,99	0,0445	0,0399	0,0476	0,3648	0,1482
AA - BB	r	0,96**	0,88**	0,94**	0,87**	0,96**	0,94**
	RMSE	4,35	0,0551	0,0428	0,0729	0,3676	0,2047
	ESD	4,24	0,0553	0,0381	0,0569	0,3627	0,1911
AB - BA	r	0,98**	0,94**	0,94**	0,92**	0,95**	0,97**
	RMSE	2,90	0,0356	0,0363	0,0476	0,1949	0,1424
	ESD	2,74	0,0356	0,0354	0,0448	0,1926	0,1377
AB - BB	r	0,98**	0,91**	0,95**	0,86**	0,94**	0,96**
	RMSE	2,75	0,0439	0,0363	0,0651	0,2146	0,1854
	ESD	2,67	0,0440	0,0346	0,0589	0,2118	0,1724
BA - BB	r	0,99**	0,94**	0,95**	0,93**	0,94**	0,98**
	RMSE	2,36	0,0360	0,0331	0,0447	0,1779	0,1298
	ESD	2,35	0,0361	0,0331	0,0433	0,1785	0,1263

** a kapcsolat szignifikáns $P < 0,01$ szinten

A Észak-Amerikában használatosfartájéki faggyúvastagság az egyedüli vizsgált tulajdonság, ahol az egyes kiértékelések között szignifikáns eltérés figyelhető meg, ugyanakkor szoros, $r = 0,86-0,93$ korrelációs együttható volt megállapítható az adatsorok között ($P < 0,01$). A legszorosabb összefüggés a BA-BB adatsorok között, míg a leglazább az AB-BB között volt. A gluteus medius izom vastagságánál (GMV) az „A”-technikus ($r = 0,97$) kedvezőbb ismételhetőséget (korrelációs együttható) ért el, mint a „B”-technikus ($r = 0,94$), amennyiben a saját kiértékeléseik közötti kapcsolatot vizsgáljuk. Ugyanakkor a keresztértékelések is igen kedvező eredményt mutatnak ($r = 0,94-0,96$; $P < 0,01$). A testfal vastagság tulajdonságnál szinte azonos ismételhetőséggel dolgozott a két technikus ($r = 0,97$ és $0,98$; $P < 0,01$), melyet a hasonló RMSE és ESD értékek is alátámasztanak.

Összességében elmondható, hogy a technikus és az ismételt kiértékelés egyik ultrahangos tulajdonság esetén sem – a FTF kivételével – gyakorolt szignifikáns hatást a felvételek kiértékelésének ismételhetségére. Az egyes technikusok által végzett ismételt értékelések között számított korrelációs együtthatók igen szoros kapcsolatról tesznek tanúbizonyságot. A hátfaggyú vastagság és a fartájéki faggyúvastagság esetében lehetett a leglazább kapcsolatot feltárni, bár ezek is a vizsgálat jó ismételhetségét mutatják. A FTF és a P8 vizsgálata valójában hasonló anatómiai területen (fartájékon) mutatja meg a bőr alatti faggyúvastagság mértékét. Ennek ellenére a P8 mérésekor a MANOVA és a korrelációs számítás eredményei alapján kedvezőbb ismételhetség állapítható meg. Ennek oka a P8 felvételek kisebb vizsgálati mélységében, kedvezőbb felbontásában keresendő, ami pontosabb értékelést tesz lehetővé. Ugyanakkor javaslom a FTF mérését is, hiszen a GMV tulajdonság is ugyanazon a felvételen állapítható meg, mint a FTF. A GMV esetében ugyanakkor igen kedvező összefüggéseket tapasztaltam, ami a felvételek egyszerű értékelhetségében keresendő. A felvételek ugyan nagy vizsgálati mélységgel készülnek (13-16 cm), de a gluteus medius izom vastagsága is számottevő ehhez viszonyítva, ami a mérések pontosságát nagyban segíti. Rendkívül fontos, hogy a felvételeken is jól láthatónak kell lennie a referencia pontnak a mérés helyének könnyű meghatározása érdekében. Valamennyi tulajdonságban elegendőnek tartom a felvételek egyszeri értékelését, ugyanakkor arra is felhívom a figyelmet, hogy a technikusok alapos képzése és a tudás folyamatos fenntartása elengedhetetlen az ultrahangos mérések során.

3.2.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága

Az ultrahangos technika megbízhatósága rendkívül fontos annak alkalmazhatósága szempontjából. Az ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület mérésének megbízhatóságát közvetlenül értékeltem, hiszen a vágott testen is meghatároztam ugyanezen anatómia ponton a rostélyos keresztmetszet területé (ROT) méretét. A nemzetközi gyakorlatban a különböző húsmarhafajták tenyésztési programjaiban a 12/13. bordák között mért ROT értékeket alkalmazzák. Egyes kutatók azonban közölnek adatokat a 11/12. bordák között mért rostélyos keresztmetszetről is (BERGEN et al., 2005), amely felhasználható a testösszetétel becslésére is. Ezért hazai körülmények között is fontos megvizsgálni, hogy van-e különbség a 11/12., illetve a

12/13. bordák között ultrahanggal mért ROT megbízhatósága között, amely a gyakorlatban történő alkalmazás során fontos információt jelenthet.

Az ultrahangos felvételek értékelését két ismétlésben végeztem el. A 16. táblázatban feltüntettem az ismétlések során kapott eredmények átlagát is. Megállapítható, hogy a vágott testen mért rostélyos keresztmetszet (CROT) értékek meghaladják az ultrahanggal becsült (UROT) értékeket mindkét anatómiai ponton végzett mérésnél. Az értékek közötti eltérés véleményem szerint a rostélyos keresztmetszet ultrahangos módszerrel történő mérésének torzításaként tudható be. A torzítás egyrészt a vizsgálófej pozicionálásából fakadhat, másrészt a technikus az ultrahangos felvételek értékelésekor, a rostélyos körberajzolásakor is minimálisan eltérhet annak körvonalától.

16. táblázat: Élő állaton ultrahanggal és a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek

A rostélyos keresztmetszet terület értékei a 11/12. bordák között mérve (cm²)					
Súlykategória	n	CROT	UROT átlag	UROT 1	UROT 2
Nagy	7	125,0±12,9	121,0±9,5	121,7±19,0	120,3±10,4
Közepes	7	119,6±7,6	114,0±7,1	113,9±7,6	114,2±6,8
Kis	7	101,7±6,7	95,1±7,1	95,9±7,6	94,3±6,7
Összesen	21	115,4±13,6	110,0±13,5	110,5±13,5	109,6±13,7
A rostélyos keresztmetszet terület értékei a 12/13. bordák között mérve (cm²)					
Súlykategória	n	CROT	UROT átlag	UROT 1	UROT 2
Nagy	7	127,0±11,7	125,0±10,5	126,1±11,1	123,9±10,2
Közepes	7	120,0±6,4	116,3±5,8	116,3± 5,3	116,3±5,2
Kis	7	102,0±6,7	98,1±8,1	98,0±7,1	98,2±9,3
Összesen	21	116,3±13,6	113,1±14,0	113,5±14,4	112,8±13,7

A vágott testen megállapított (CROT) és az ultrahanggal in vivo becsült (UROT) értékek között a kétmintás t-próba elvégzése során nem találtam statisztikailag igazolható különbséget egyik anatómiai pontnál sem (P>0,05). Mindezek azt bizonyítják, hogy a rostélyos keresztmetszet terület mindkét anatómia ponton történő ultrahangos mérése alkalmas lehet a megfelelő CROT értékének becsülésére.

Szintén kétmintás t-próbával vizsgáltam meg, hogy a 11/12. és a 12/13. bordaközben meghatározott rostélyos keresztmetszet terület átlagában vajon kimutatható-e statisztikailag igazolható különbség. A vágott test két anatómiai pontján planiméterrel meghatározott értékek között nem volt kimutatható különbség. Ugyanez mondható el a 11/12. és a 12/13. bordaközben becsült UROT esetében is.

A mérés technika megbízhatóságának további vizsgálata során az ultrahangos és a vágott testen mért paraméterek közötti összefüggés szorosságát értékeltem három súlykategóriába sorolt állatoknál (17. táblázat).

17. táblázat: Az in vivo ultrahanggal és a vágott testen mért rostélyos keresztmetszet terület értékek közötti kapcsolat

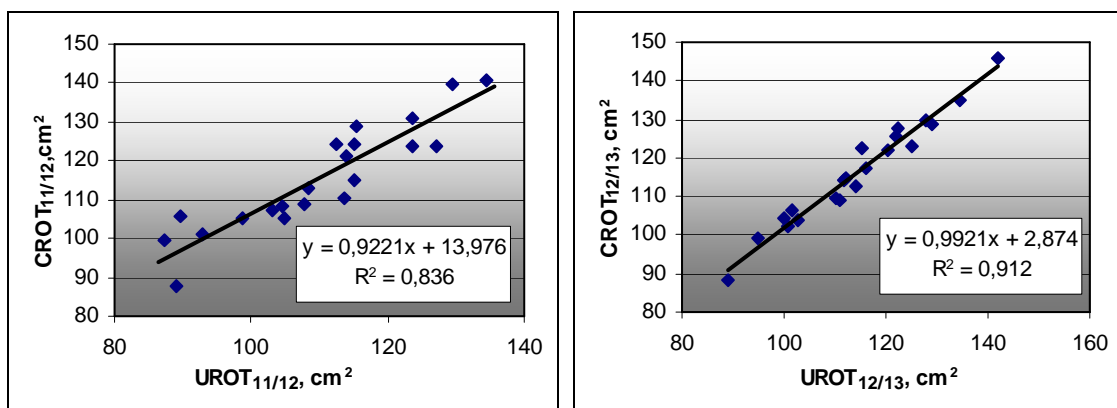
ROT a 11/12. bordák között mérve				
Súlykategória	n	CROT-UROT 1	CROT-UROT 2	CROT-UROT átlag
Nagy	7	0,89**	0,870*	0,95*
Közepes	7	0,69	0,55	0,64
Kis	7	0,63	0,56	0,60
Összesen	21	0,90**	0,89**	0,91**
ROT a 12/13. bordák között mérve				
Nagy	7	0,96**	0,98**	0,98**
Közepes	7	0,69	0,65	0,69
Kis	7	0,76*	0,81	0,80*
Összesen	21	0,95**	0,95**	0,96**

*P<=0,05, **P<=0,01)

A ROT_{11/12} esetében elmondható, hogy a nagy súlykategóriánál találtam a legszorosabb összefüggéseket. A CROT és az első ultrahangos értékelés (UROT 1) között 0,89; a CROT és a második ultrahangos értékelés (UROT 2) között 0,87 korrelációs együtthatót állapítottam meg (P<0,01; valamint P<0,05). A többi súlycsoportnál lényegesen lazább összefüggést találtam. A három csoportot együtt értékelve – részben a magasabb elemszámnak köszönhetően – már 0,9 körüli korrelációs együttható volt megállapítható. A ROT_{12/13} esetében szintén a nagy súlykategóriánál találtam a legszorosabb kapcsolatot (P<0,01), bár a közepes és kis súlyú csoportnál is közepesen szoros, illetve

szoros összefüggéseket állapítottam meg (0,65-0,81). A 21 egyed adatait együtt kezelve $r = 0,96$ korrelációs együtthatót állapítottam meg. Ezek az értékek jelentősen felülmúlják a szakirodalomban található eredmények közül PERKINS et al. (1992a), PERKINS et al. (1992b), DUELLO et al. (1990), SMITH et al. (1992), TÖRÖK et al. (2007b) által közölt $r = 0,60-0,83$ közötti szorosságú kapcsolatot mindkét anatómiai pont esetében. Ezzel szemben HERRING et al. (1994b), ROBINSON et al. (1992) és GREINER et al. (2003a) munkáiban a saját eredményeimhez hasonló megbízhatósággal becsülték ultrahangos módszerrel a rostélyos keresztmetszet terület méretét ($r = 0,86-0,90$).

Az ultrahanggal *in vivo*, illetve a planiméterrel a vágott testen mért értékek együttes grafikus ábrázolása a 1-2. ábrán látható. A két paraméter segítségével számított regressziós egyenletek, illetve az egyenletek determinációs együtthatóit is feltüntettem.



1-2. ábra: Az ultrahanggal, élő állaton, valamint a vágott testen mért ROT nagysága közötti összefüggés (n=21)

A determinációs koefficiens (R^2) a CROT becslésének pontosságát mutatja mindkét anatómiai pontnál. Ez a $ROT_{11/12}$ esetén 0,84, a $ROT_{12/13}$ -nál 0,91. Ezek a magas értékek - különösen az $UROT_{12/13}$ -nál - jól mutatják, hogy a Falco 100 típusú ultrahangkészülékkel nagy pontossággal becsülhető a rostélyos keresztmetszet terület mérete.

Megvizsgáltam, hogy milyen mértékű az eltérés a vágott testen (CROT) és az élő állaton, ultrahanggal meghatározott UROT értékek között. A 18. táblázatban szereplő adatokból kiderül, hogy a 11/12. bordák között mért rostélyos keresztmetszet terület esetén az UROT és a CROT értékek közötti átlagos eltérés $6,16 \pm 4,72 \text{ cm}^2$ volt. Az eltérés $0,03 \text{ cm}^2$ minimum és $15,84 \text{ cm}^2$ maximum értékek között változott. A 12/13.

bordák között mért rostélyos keresztmetszet terület esetén az átlagos eltérés lényegesen kisebb volt ($2,52 \pm 1,94 \text{ cm}^2$). A mintaterjedelem is kisebb volt, hiszen az élő állaton és a vágott testen meghatározott rostélyos terület különbsége $0,08 \text{ cm}^2$ (minimum) és $7,14 \text{ cm}^2$ (maximum) között változott.

Az eltérés nagyságát a vágott testen mért értékhez viszonyítva (relatív eltérés) szintén jóval pontatlanabb eredményeket kaptam a 11/12. bordák között mért rostélyos keresztmetszet terület vizsgálata során (5,3% relatív eltérés, szemben a 12/13. bordáknál mért rostélyos keresztmetszetnél tapasztalt 2,16%-os relatív eltéréssel). Véleményem szerint a 12/13. bordáknál készült felvételek értékeléséből származó adatok lényegesen kisebb eltérése a 11/12. bordáknál becsült adatokhoz képest véleményem szerint annak tulajdonítható, hogy a 12/13. bordák között jobb minőségű ultrahangos felvételek készíthetők és azok értékelése is egyszerűbb. A különböző szövetek határfelületei ezeken a felvételeken markánsabban rajzolódnak ki. Ennek magyarázata a 11/12., valamint a 12/13. bordák közötti régióban található izomcsoportok alakjának, méretének sajátosságaiból fakadhat.

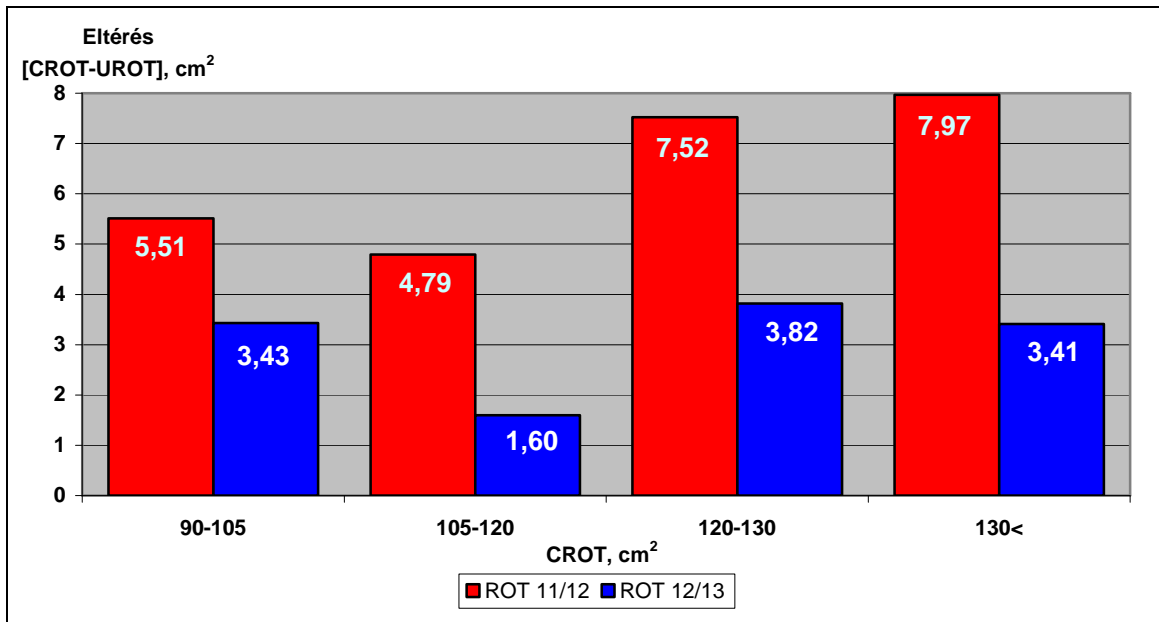
Megvizsgáltam továbbá, hogy a vágott testen, illetve az ultrahanggal megállapított értékek közötti eltérés $| \text{CROT-UROT} |$, valamint a CROT értékek között milyen szorosságú az összefüggés. Egyik esetben sem találtam ($P > 0,05$) szignifikáns kapcsolatot ($r_1 = 0,23$; $r_2 = 0,14$), tehát a rostélyos keresztmetszet területének nagysága nem befolyásolja az ultrahangos mérés hibájának nagyságát (18. táblázat).

18. táblázat: A vágott testen, valamint élő állaton, ultrahanggal megállapított ROT közötti eltérések mértéke

Tulajdon-ságok	Két mérés közötti eltérés $ \text{CROT-UROT} $			Korrelációs együttható (r) $ \text{CROT-UROT} - \text{CROT}$
	Abszolút eltérés, cm^2	Relatív eltérés, %	Minimum - Maximum	
ROT _{11/12}	$6,16 \pm 4,72$	$5,30 \pm 4,15$	0,03 - 15,84	0,23 (NS)
ROT _{12/13}	$2,52 \pm 1,94$	$2,16 \pm 1,64$	0,08 - 7,14	0,14 (NS)

NS = nem szignifikáns

Grafikonon ábrázoltam, hogy a vágott testen megállapított CROT méretének növekedésével hogyan változik a mérés hibájának a nagysága $|\text{CROT}-\text{UROT}|$. A vágott testen meghatározott CROT mérete alapján négy csoportot alakítottam ki: 1. csoport: 90-105 cm²; 2. csoport: 105-120 cm²; 3. csoport: 120-130 cm²; 4. csoport: 130 cm² fölött. Ezekben az osztályközökben vizsgáltam az átlagos eltérés nagyságát. Megfigyelhető, hogy az eltérés nagysága a 105-120 cm²-es CROT mérettel rendelkező csoportban jelentősen elmaradt a három másik csoportnál tapasztaltaktól a 11/12. és 12/13. bordák között mért rostélyos keresztmetszet terület esetén egyaránt. A 3. ábra is jól szemlélteti, hogy a 12/13. bordák között végzett ultrahangos mérés megbízhatóbb, mint a 11/12. bordáknál, hiszen az eltérések rendre kisebbek.



3. ábra: A mérés hibájának mértéke a CROT nagyságának függvényében (n=21)

Az eredmények arra engednek következtetni, hogy a 11/12. és 12/13. bordák között ultrahanggal végzett rostélyos keresztmetszet terület mérési protokollja egyaránt megbízhatónak tekinthető. Ugyanakkor a 12/13. bordáknál pontosabban és megbízhatóbban becsülhető a rostélyos keresztmetszet területe. Ennek ellenére a 3.2.5. fejezetben a 11/12. bordaközben ultrahanggal becsült ROT tulajdonságot is felhasználtam a vágóérték becslésére létrehozott egyenleteknél.

3.2.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával

3.2.3.1. Magyar tarka tenyészbika-jelöltek ultrahangos vizsgálata

A következőkben húshasznú magyar tarka hízbikák vágóértékével kapcsolatos ultrahanggal mért tulajdonságok vizsgálati eredményeit mutatom be. A sajátteljesítmény-vizsgálat célja alapvetően a tenyészbika-jelöltek növekedési kapacitásának és -erélyének értékelése. Ennek megfelelően a tenyészbika-jelöltek növekedési, súlygyarapodási és ultrahangos eredményeit is ismertetem.

Az 19. táblázatban a magyar tarka tenyészbika-jelöltek választási eredményeire vonatkozó adatok láthatók. A borjakat átlagosan 189,9 napos életkorban 246,9 kg-os élősúlyban választották le. A választási életkorban mutatkozó jelentős különbségek hatására a választási súlyok széles intervallumban mozogtak (195–325 kg). A 205 napra korrigált élősúly már kiegyenlítettebb képet mutatott ($265 \pm 17,6$ kg). A napi súlygyarapodás a választásig átlagosan 1 126 g/nap volt.

19. táblázat: Magyar tarka tenyészbika-jelöltek választási eredményei (n = 53)

Statisztikai paraméterek	Választási életkor (nap)	Választási súly (kg)	205 napra korrigált súly (kg)	Napi súlygyarapodás választásig (g/nap)
Átlag	189,9	246,9	270,4	1 126,3
Szórás	20,3	26,9	22,6	164,1
Minimum	149,0	195,0	228,0	900,0
Maximum	230,0	325,0	338,0	1 657,0

Az ÜSTV kezdetére a bikák 239,4 napos életkort (CV% = 11,98%), illetve 296,8 kg élősúlyt (CV% = 11,86%) értek el. Az ÜSTV beállításának napján hat ultrahangos tulajdonság nagyságát határoztam meg, amelynek eredményei a 20. táblázatban láthatók.

20. táblázat: Az ÜSTV kezdetekor megállapított ultrahanggal mért paraméterek magyar tarka bikáknál (n = 53)

Para- méterek	Életkor (nap)	Élősúly (kg)	ROT (cm²)	Rel. ROT (cm²/100 kg)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)	TFV (cm)
Átlag	239,4	296,8	60,20	20,43	0,23	0,29	0,28	8,22	1,86
Szórás	28,69	35,21	8,26	2,71	0,063	0,092	0,079	0,42	0,26
Minimum	189	220	45,59	15,99	0,12	0,16	0,16	7,45	1,44
Maximum	295	360	82,08	26,86	0,39	0,55	0,55	9,47	3,07

A sajátjeljesítmény-vizsgálat végére a bikák az átlagos 361,9 napos életkor mellett 510,1 kg-os élősúlyt értek el (21. táblázat). A ROT átlagosan 91,44 cm² nagyságot ért el, mely a szakirodalomban közölt 475-555 kg súlyú bikák eredményeinél 10-25 cm²-rel nagyobb értéket jelent (TÖRÖK et al., 2007a; TÖZSÉR et al., 2005a, TÖZSÉR et al., 2005d, CREWS et al., 2004, CREWS et al., 2003). A BERGEN et al. (1997) által vizsgált éves életkorra korrigált, 556 kg élősúlyú szimentáli tenyészbika-jelöltek is csak 85,1 cm² ROT-et értek el. Az adatok könnyebb összehasonlíthatósága érdekében a 100 kg-os élősúlyra vetített, relatív rostélyos keresztmetszet terület értéke 20,43-ról 17,99 cm²/100 kg értékre csökkent a tesztidőszak során. Ez azt mutatja, hogy a rostélyos keresztmetszet terület méretének változása nem tart lépést az élősúly növekedésével, tehát az élősúly növekedési üteme meghaladja a ROT növekedési ütemét. A szakirodalmi adatok 15,11-17,75 cm²/100 kg hányadosról számolnak be hasonló súlyú hegyi tarka bikáknál (HARANGI et al., 2008; SZABÓ et al., 2008; TÖRÖK et al., 2007a; TÖZSÉR et al., 2005d; CREWS et al., 2004; CREWS et al., 2003; BERGEN et al., 1997). Az általam megállapított érték mintegy 1,4-19,1%-kal haladja meg az irodalmi értékeket. Ennek elsősorban az lehet az oka, hogy a derecskei üzemben kiváló hazai húshasznú magyar tarka és import (német, kanadai) szimentáli apaállatok szaporítóanyagát használják évek óta.

A hátfaggyú vastagságra vonatkozó szakirodalmi adatok 0,22-0,41 cm között változnak, némileg alacsonyabb súlyú egyedek esetében (TÖRÖK et al., 2007a; CREWS et al., 2003; CREWS et al.; 2004; BERGEN et al., 1997). Az általam megállapított 0,39 cm-es átlagérték egybevág a szakirodalmi forrásokban közöltekkel. A vizsgálataimban szereplő bikák nagy súlygyarapodás és izombeépülés mellett 0,54 cm P8 és 0,53 cm fartájéki bőr alatti faggyúvastagságot értek el. Erre vonatkozóan TÖRÖK et al. (2007a)

közleményükben alacsonyabb, 0,37 és 0,39 cm-es értéket jelöltek meg. Ugyanakkor mintegy 80 kg-mal súlyosabb állatoknál TÖRÖK et al. (2011) némileg vastagabb bőr alatti faggyúvastagságot határoztak meg. Az alternatív ultrahangos tulajdonságok, úgymint a gluteus medius izom vastagsága (GMV) és a testfal vastagsága (TFV) 10,84 cm (CV% = 6,00%), illetve 2,94 cm (CV% = 12,93%) értéket mutattak (21. táblázat) az ötvenhárom vizsgált bika átlagában.

21. táblázat: Az ÜSTV zárásakor megállapított paraméterek magyar tarka tenyészbika-jelölteknél (n = 53)

Para- méterek	Életkor (nap)	Élősúly (kg)	ROT (cm ²)	Rel. ROT (cm ² /100 kg)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)	TFV (cm)
Átlag	361,9	510,1	91,44	17,99	0,39	0,54	0,53	10,84	2,94
Szórás	30,48	50,04	9,76	1,64	0,088	0,109	0,089	0,65	0,38
Minimum	311	390	71,85	15,03	0,24	0,31	0,36	9,38	2,18
Maximum	418	615	114,75	22,11	0,66	0,84	0,77	12,08	3,71

A 22. táblázatban az STV időszaka alatt a vizsgált paraméterek változásának mértékét mutatom be. Az átlagos napi súlygyarapodás 1 741,5 g volt 13,32 CV% mellett (1 301-2 381 g/nap). A súlygyarapodásban jelentős variancia volt megfigyelhető, hasonlóan a bőr alatti faggyúvastagság és a vizsgált izomcsoportok méreteihez. A tesztidőszak alatt mért napi súlygyarapodásra vonatkozó irodalmi adatok 1421-1844 g/nap között változnak. Az általam tapasztalt eredménynél alacsonyabbat MÉSZÁROS (1983), NAGY – TÓZSÉR (1992), KISS et al. (2009), míg magasabbat NAGY et al. (1991) tapasztaltak.

22. táblázat: Az ultrahanggal mért paraméterekben az ÜSTV időtartama alatt megfigyelhető változások magyar tarka bikáknál

Para- méterek	Bennál- lási idő (nap)	Ráhizlalt súly (kg)	Súlygya- rapodás (g/nap)	ROT (cm ²)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)	TFV (cm)
Átlag	122,5	213,3	1 741,5	31,24	0,15	0,25	0,24	2,62	1,08
Szórás	3,10	29,76	231,94	8,41	0,076	0,078	0,079	0,64	0,35
Minimum	118	155	1 301	15,38	0,08	0,08	0,08	1,03	0,31
Maximum	126	300	2 381	49,49	0,37	0,41	0,37	4,07	1,98

A tenyészbika-jelöltek esetében fontos megismerni egyes izmok növekedésének, illetve a bőr alatti faggyú beépülésének mértékét és ütemét a sajátteljesítmény-vizsgálat időszaka alatt. Az ultrahanggal megállapított, illetve más jellegű paraméterek segítségével a megfelelő pedigrével és küllemmel rendelkező borjak sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállítása előtt elvégezhető azok előszelekciója. Ennek érdekében az ÜSTV kezdetén ultrahanggal mért paraméterekből igyekeztem megbecsülni ugyanezen paraméterek ÜSTV végén várható értékeit. Mindezt egy- és többváltozós matematikai becslő egyenletek felállításával végeztem el.

A 23. táblázatban az ÜSTV elején és végén mért ultrahangos paraméterek közötti összefüggéseket mutatja be. A legszorosabb korrelációs együttható a P8, illetve a relatív rostélyos terület esetén ($r = 0,71$, illetve $r = 0,64$), míg a leggyengébb összefüggés a gluteus medius vastagságnál figyelhető meg ($r = 0,34$).

23. táblázat: Magyar tarka bikák ÜSTV elején és végén mért ultrahangos paramétereinek közötti összefüggések

Tulajdonságpárok	Korrelációs együttható (r)	Sig.
$ROT_e - ROT_v$	0,58	$P < 0,01$
$Rel. ROT_e - Rel. ROT_v$	0,64	$P < 0,01$
$P8_e - P8_v$	0,71	$P < 0,01$
$HFAG_e - HFAG_v$	0,52	$P < 0,01$
$FTF_e - FTF_v$	0,56	$P < 0,01$
$GMV_e - GMV_v$	0,34	$P < 0,05$
$TFV_e - TFV_v$	0,45	$P < 0,01$

Az alsó indexben szereplő „e” az STV elején; a „v” az STV végén mért értékeket jelenti.

A továbbiakban olyan egytényezős lineáris becslő egyenleteket hoztam létre, amelyekkel előre jelezhető az adott ultrahangos paraméter STV végén várható értéke az STV indításakor mért értékből (24. táblázat). A legmegbízhatóbb egyenlet – a korrelációs értékeknek megfelelően – a P8 és a relatív ROT esetében volt megfigyelhető ($R^2 = 0,50$ és $R^2 = 0,40$). BERGEN et al. (1997) több fajta esetén a sajátteljesítmény-vizsgálat elején mért értékekből becsülte a tesztidőszak végén várható ultrahangos értékeket. A számított becslő egyenletek determinációs együtthatói a legtöbb esetben

alacsonyok voltak. A hátfaggyú vastagság esetén $R^2 = 0,13-0,27$ (szimentálinál $R^2 = 0,17$), a rostélyos keresztmetszet terület esetén $R^2 = 0,33-0,54$ (szimentálinál $R^2 = 0,53$) megbízhatóságú lineáris regressziós egyenletet állapítottak meg. Szimentáli tenyészbika-jelölteknél az alábbi regressziós egyenleteket határozták meg:

$$ROT_v = 33,25 + 0,83 \times ROT_e \text{ (M.e.: cm}^2\text{);}$$

$$HFAG_v = 2,07 + 0,54 \times HFAG_e \text{ (M.e.: mm).}$$

Az általam megállapított R^2 értékek a HFAG esetén kedvezőbb, a ROT-nál viszont alacsonyabb megbízhatóságról tanúskodnak. A GMV, a TFV és HFAG tulajdonságokban 0,30 alatti determinációs együtthatót állapítottam meg, ami ezen tulajdonságokban a becslés lehetőségének nehézségeit vetíti előre és további vizsgálatokat tesz szükségessé.

24. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése magyar tarka bikáknál

Lineáris regressziós egyenlet	Mértékegység	Determinációs együttható	Sig.
$ROT_v = 50,45 + 0,681 \times ROT_e$	cm ²	$R^2=0,33$	P<0,05
$Rel.ROT_v = 10,16 + 0,383 \times Rel.ROT_e$	cm ² /100 kg	$R^2=0,40$	P<0,05
$P8_v = 0,294 + 0,838 \times P8_e$	cm	$R^2=0,50$	P<0,05
$HFAG_v = 0,221 + 0,711 \times HFAG_e$	cm	$R^2=0,27$	P<0,05
$FTF_v = 0,349 + 0,632 \times FTF_e$	cm	$R^2=0,32$	P<0,05
$GMV_v = 6,431 + 0,536 \times GMV_e$	cm	$R^2=0,12$	NS
$TFV_v = 1,701 + 0,667 \times TFV_e$	cm	$R^2=0,20$	P<0,05

Az alsó indexben szereplő „e” az ÜSTV elején, a „v” az ÜSTV végén mért értékeket jelenti.

Az előzőekben az ÜSTV indításakor mért értékekből becsültem az ugyanezen tulajdonságok ÜSTV végén várható értékeit egyváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével. Az egyenletek alacsony – közepes megbízhatósága arra sarkallt, hogy több ultrahanggal megállapított tulajdonság egyidejű bevonásával próbáljam meg a becslő egyenletek megbízhatóságát növelni. A 25. táblázatban minden vizsgált tulajdonság esetében 2-2 lineáris, többváltozós becslő egyenletet mutatok be, melyekben a különböző ultrahanggal mért tulajdonságok, eltérő matematikai súllyal szerepelnek. Ezeknél az egyenleteknél a becslés pontossága felülmúlja a 24. táblázatban szereplő

egyváltozós egyenletekét. Amennyiben a rostélyos keresztmetszet terület tulajdonság esetében az ÜSTV végén várható értéket csak az ÜSTV elején mért ROT értékéből becsüljük, akkor a becslő egyenlet determinációs együtthatója mindössze $R^2 = 0,33$. Ha több, az ÜSTV indításakor mért paraméter kerül a becslő egyenletbe bevonásra, akkor $R^2 = 0,45$ determinációs együttható érhető el.

25. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése többváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével magyar tarka bikáknál

Függő változó és egyenlet	R ²	Konstans	Életkor _e	Élősúly _e	ROT _e	Rel.ROT _e	P8 _e	HFAG _e	FTF _e	GMV _e	TFV _e
ROT _{v1}	0,45	27,096	-	0,100	0,513	-	-	-21,290	-	1,384	-1,489
ROT _{v2}	0,44	35,485	-	0,102	0,524	-	-	-20,440	-	-	-0,546
Rel.ROT _{v1}	0,45	12,794	-0,011	-	-	0,307	-5,930	1,0960	8,670	0,190	-0,554
Rel.ROT _{v2}	0,43	13,294	-0,012	-	-	0,295	-	1,697	-	0,219	-0,360
P8 _{v1}	0,52	0,085	-	-	-	-	0,700	0,184	-	0,025	-
P8 _{v2}	0,52	-	-	-	-	-	0,740	-	-	0,014	0,048
HFAG _{v1}	0,52	-0,179	-	-	0,004	-	-	0,402	-	-	0,092
HFAG _{v2}	0,56	-	-	0,001	0,002	-	-	0,257	0,191	0,017	0,053
FTF _{v1}	0,45	0,317	-	-	0,003	-	-	0,253	0,380	-0,041	0,047
FTF _{v2}	0,43	0,139	-	0,001	-	0,007	-	-	0,535	-0,026	-
GMV _{v1}	NS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GMV _{v2}	NS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TFV _{v1}	0,55	0,143	-	0,006	0,006	-	-	-0,511	-	-	0,414
TFV _{v2}	0,54	0,225	-	0,007	-	-	-	-0,355	-	-	0,449

Az alsó indexben szereplő „e” az ÜSTV elején, a „v” az ÜSTV végén mért értékeket jelenti.

Tételezzük fel, hogy egy a sajátjeljesítmény-vizsgálatba állított növendék bika rostélyos keresztmetszet területe a 120 napos STV kezdetekor $60,23 \text{ cm}^2$. A ROT_{v1} regressziós egyenletbe (a rostélyos keresztmetszet terület STV végén várható értékének becslésére létrehozott 1.sz. becslő egyenlet) behelyettesítve a szükséges adatokat, az adott bika az ÜSTV végére:

$$\text{ROT}_v = 27,096 + 0,1 \times 268 \text{ kg} + 0,513 \times 60,23 \text{ cm}^2 - 21,29 \times 0,25 \text{ cm} + 1,384 \times 8,18 \text{ cm} - 1,489 \times 2,16 \text{ cm} = \mathbf{87,58 \text{ cm}^2}$$

rostélyos keresztmetszet terület méretet fog elérni.

A testösszetétel fogyasztói igényeknek megfelelő, genetikai úton történő javításához elsőként az egyedek összehasonlításának alapjául szolgáló hizlalási végsúlyt, illetve életkort kell meghatározni WILSON (1992). Ennek pontos megfogalmazása után a különböző anatómiai pontokon végzett ultrahangos mérések adatait felhasználva növekedési modellek felállítására fajtánként, illetve genotípusonként van szükség. A modellek segítségével lehetővé válik a különböző időpontban felvételezett adatok azonos életkorra, élősúlyra, vagy például meghatározott rostélyos keresztmetszet területre történő korrigálása, melyek a tenyésztési programokban felhasználható információk alapjait jelenthetik. Hazánkban is fontos a különböző húsmarhafajták tenyésztési programjaiba beépíteni a real-time ultrahangos technikával becsült paramétereket, amellyel a fajták vágóértékre történő szelekciója nagymértékben javítható lenne a genetikai előrehaladás felgyorsítása érdekében. A 26. táblázat a magyar tarka tenyészbika-jelölteken az STV időszaka alatt, a havi súlymérlegelésekkel egybekötött ultrahangos vizsgálatok alkalmával gyűjtött alapadatokat mutatja be. Az átlag és a szórás mellett a minimum és maximum értékeket is feltüntettem. Ez utóbbiak rendkívül fontosak, hiszen a felírható regressziós egyenletek csak ugyanabban az intervallumban értelmezhetők és használhatók, mint amilyen a létrehozásukban résztvevő alapadatok intervalluma volt.

26. táblázat: Magyar tarka tenyészbika-jelöltek RTU paramétereinek korrigálására létrehozott egyenletek alapadatainak statisztikai mutatói

Tulajdonságok	n	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Életkor, nap	174	301,0	53,8	189,0	418,0
Élősúly, kg	174	406,3	87,1	220,0	615,0
ROT, cm²	174	74,87	15,68	45,59	114,75
P8, cm	174	0,42	0,14	0,16	0,84
HFAG, cm	174	0,30	0,09	0,12	0,65
FTF, cm	106	0,41	0,15	0,16	0,77
GMV, cm	106	9,53	1,42	7,45	12,08
TFV, cm	106	2,40	0,63	1,44	3,71

A 27. táblázatban a különböző tulajdonságok közötti korrelációs együtthatókat mutatom be. A kapcsolat valamennyi tulajdonság között szignifikáns volt ($P < 0,05$). Megállapítható, hogy az élősúly szorosabb összefüggésben van az ultrahangos paraméterekkel, mint az életkor. A rostélyos keresztmetszet területe szoros kapcsolatban

áll a test különböző pontjain meghatározott faggyúvastagsággal (HFAG, P8, FTF), valamint a GMV-vel és a TFV-al ($r = 0,71-0,89$). A P8 szoros ($r = 0,93$) összefüggésben van a FTF-al, mely nem meglepő. Az első mutató az ausztrál, míg a második az észak-amerikai protokollnak megfelelően került meghatározásra. Ezek jellemzője, hogy a fartájékon különböző referenciapontokhoz viszonyítva, de valójában egymáshoz közeli anatómiai pontokon történik a faggyúvastagság meghatározása. A hátfaggyú vastagság szoros korrelációban van a ROT-el és a P8-al is. A fartájéki faggyúvastagság igen szoros ($r = 0,76-0,93$) korrelációban van a legtöbb mutatóval, de ugyanez mondható el a GMV és a TFV tulajdonságokról is.

27. táblázat: Az életkor, az élősúly és a különböző ultrahanggal mért tulajdonságok közötti korrelációk magyar tarka bikáknál

Tulajdonságok	Élősúly	ROT	P8	HFAG	FTF	GMV	TFV
Életkor	0,91**	0,77**	0,65**	0,58**	0,76**	0,87**	0,84**
Élősúly		0,89**	0,73**	0,69**	0,84**	0,91**	0,91**
ROT			0,74**	0,71**	0,83**	0,89**	0,89**
P8				0,80**	0,93**	0,82**	0,82**
HFAG					0,83**	0,75**	0,79**
FTF						0,85**	0,85**
GMV							0,88**

**A kapcsolat szignifikáns $P < 0,01$ szinten

Az egyes tulajdonságpárok közötti kapcsolatot egyenletek segítségével igyekeztem leírni, melyhez regresszió analízist használtam. A legjobb illeszkedésű egyenleteket tüntettem fel tulajdonságpáronként az *1. mellékletben*. Az adatok illeszkedésének vizsgálata során többféle függvénytípust megvizsgáltam. A legtöbb esetben a lineáris függvényeknek volt a legszorosabb az illeszkedése. A fartájéki faggyúvastagság – életkor, illetve a hátfaggyú vastagság – fartájéki faggyúvastagság tulajdonságpárok esetében a harmadfokú korrekciós egyenletek becslési pontossága volt a legjobb. A P8 – FTF és a GMV – HFV tulajdonságoknál a másodfokú (power) egyenlettípus teszi lehetővé a legpontosabb becslést. Ugyanakkor, egyszerűsége miatt mégis javasolt a legtöbb esetben a lineáris regressziós egyenletek gyakorlatba történő bevezetése, amennyiben a bonyolultabb korrekciós függvény helyébe egy hasonlóan jó illeszkedésű

lineáris egyenlet állítható. Az egyszerű, lineáris korrekciós egyenletek alkalmazását javasolja DOMOKOS (2011) is charolais tenyészbika-jelöltek herekörméretének korrekciójánál.

A leggyengébb illeszkedést az életkor és a hátfaggyú vastagság lineáris egyenlete mutatta ($R^2 = 0,34$). A P8 és a FTF tulajdonságpár ún. power típusú egyenletének (egy speciális logaritmikus egyenlet) illeszkedése volt a legjobb ($R^2 = 0,87$). Ennek az a magyarázata, hogy a két anatómiai pont, ahol a faggyúvastagságot mérjük, majdnem megegyeznek. Az életkor általában lazább illeszkedést mutatott a vizsgált ultrahangos paraméterekkel, mint az élősúly. Szoros az illeszkedés az élősúly, valamint a testfal vastagság és a gluteus medius izom vastagsága tulajdonságok lineáris korrekciós egyenleteinél is (egyenként $R^2 = 0,83$). Általánosságban elmondható, hogy a rostélyos terület és a legtöbb tulajdonság kapcsolatát leíró egyenletek illeszkedése szorosnak tekinthető. Ugyanez kijelenthető a GMV tulajdonságra is. Az 1. mellékletben szereplő regressziós egyenletek segítségével – az eredeti felvételezett értékek intervallumán belül – elvégezhető az adatok adott élősúlyra, vagy adott ROT nagyságra történő korrekciója. Viszonylag pontos korrekció azonban csak abban az esetben valósítható meg, ha a regressziós egyenlet illeszkedése legalább közepesen szoros vagy szoros.

A korrekciós egyenletek segítségével 500 kg-os súlyra korigáltam a vizsgálatban szereplő 53 tenyészbika-jelölt valamennyi ultrahanggal mért tulajdonságát, mely az egyedek közötti különbségek kimutatását teszi lehetővé. Azért választottam az 500 kg-os élősúlyt a korrekció elvégzéséhez, mivel a sajátteljesítmény vizsgálat végén az állatok ehhez hasonló átlagsúlyt értek el (28. táblázat).

28. táblázat: Magyar tarka növendék bikák 500 kg-os élősúlyra korigált RTU paraméterei

Statisztikai mutató	500 kg-os súlyra korigált RTU paraméterek értékei					
	ROT	HFAG	P8	FTF	GMV	TFV
Átlag	90,02	0,382	0,526	0,519	10,73	2,89
Szórás	7,71	0,079	0,108	0,083	0,65	0,26
Minimum	75,43	0,217	0,270	0,321	9,65	2,36
Maximum	104,95	0,637	0,822	0,751	12,28	3,61

3.2.3.2. Charolais tenyészbika-jelöltek ultrahangos vizsgálatai

A 29. táblázatban a charolais borjak választási eredményei láthatóak. Az átlagos választási életkor 201,8 nap, míg a választási súly 246,5 kg volt. A charolaisnál elért 1 049,4 g/nap életnapi súlygyarapodás mintegy 77 g/nap értékkel elmarad a magyar tarka bikák eredményeitől, mely részben a magyar tarka tehének kedvezőbb tejtermelésével magyarázható.

29. táblázat: Charolais tenyészbika-jelöltek választási eredményei (n = 96)

Statisztikai paraméterek	Választási életkor (nap)	Választási súly (kg)	205 napra korrigált súly (kg)	Napi súlygyarapodás választásig (g/nap)
Átlag	201,8	246,5	260,4	1 049,4
Szórás	46,2	70,1	30,1	141,3
Minimum	125,0	144,0	211,0	801,0
Maximum	208,0	379,0	321,0	1 385,0

A bikaborjak ÜSTV-be állítása választást követően 80-100 nappal történt. Ekkor az állatok átlagosan 290,0 nap életkorúak (CV% = 7,83%) és 371,6 kg élősúlyúak (CV% = 11,26%) voltak (30. táblázat). A magasabb életkornak köszönhetően nagyobb rostélyos keresztmetszet területtel, gluteus medius izom vastagsággal és nagyobb bőr alatti faggyúvastagsággal rendelkeztek, mint a 3.2.3.1. fejezetben szereplő magyar tarka bikaborjak.

30. táblázat: Az ÜSTV kezdetkor megállapított RTU paraméterek charolais bikáknál

Para-méterek	Életkor (nap)	Élősúly (kg)	ROT (cm ²)	Rel. ROT (cm ² /100 kg)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)
Átlag	290,0	371,6	68,24	18,44	0,23	0,34	0,36	9,71
Szórás	22,72	41,83	7,13	1,44	0,049	0,070	0,041	0,613
Minimum	218	287	52,64	13,11	0,11	0,20	0,25	8,26
Maximum	345	455	85,11	22,89	0,35	0,51	0,44	11,25
n	96	96	96	96	96	96	65	65

A charolais fajta esetén az ÜSTV időtartama mintegy 150 nap, tehát hosszabb, mint a magyar tarka fajta esetében. A bikák a sajátteljesítmény-vizsgálat végén, átlagosan 442 napos életkor mellett (CV% = 4,85%) 590 kg élősúlyt (CV% = 8,58%) értek el (31. táblázat). A rostélyos keresztmetszet területe 100,0 cm²-re nőtt a tesztidőszak végére.

31. táblázat: Az ÜSTV zárásakor megállapított paraméterek charolais tenyészbika-jelölteknél

Para- méterek	Életkor (nap)	Élősúly (kg)	ROT (cm ²)	Rel. ROT (cm ² /100 kg)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)
Átlag	441,7	590,1	100,02	17,01	0,39	0,57	0,57	12,36
Szórás	21,45	50,66	10,23	1,70	0,072	0,100	0,077	0,71
Minimum	389	456	75,01	11,63	0,27	0,34	0,42	11,0
Maximum	494	682	121,95	23,88	0,68	0,83	0,83	14,27
n	96	96	96	96	96	96	65	65

DOMOKOS et al. (2008) eredményei hasonlóak az általam tapasztaltakhoz. Az STV minősítéskor fajtatizta charolais tenyészbika-jelölteknél 98,3 cm², 96% feletti charolais génhányaddal rendelkező társaiknál 89,6 cm² rostélyos területet állapítottak meg. BERGEN et al. (1997) szerint charolais bikák éves korra korrigált élősúlya 560 kg, rostélyos keresztmetszete 86,8 cm² és relatív rostélyos keresztmetszete 16,2 cm² volt 100 kg élősúlyra vetítve. Az általuk közölt adatok saját eredményeimvel való összehasonlítása némi óvatossággal tehető meg az életkorban és az élősúlyban megfigyelhető különbségek miatt. A vizsgálatomban szereplő bikák hátfaggyú vastagsága 0,39 cm volt 18,5%-os relatív szórás mellett. TÖRÖK et al. (2007a) lényegesen kisebb súlyú bikáknál 0,33 cm hátfaggyú vastagságról számolnak be. RENAND – FISHER (1997) központi sajátteljesítmény-vizsgálatban szereplő charolais növendék bikák bőr alatti faggyúvastagságát a 10. bordánál, a 13. háti és a 3. ágyéki csigolyánál állapította meg. Életkorukat tekintve mintegy két hónappal idősebbek, élősúlyuk pedig 60 kg-mal több volt, mint az általam vizsgált állatoké. Ez lehet az oka annak, hogy a szerzők lényegesen magasabb értékeket közölnek (sorrendben 0,86, 0,87 és 0,74 cm). 661 kg súlyú charolais tinók ultrahangos vizsgálata során TŐZSÉR et al. (2005c) 0,60 cm-es hátfaggyú vastagság értéket írtak le. Vizsgálataimban a P8 és a fartájéki faggyúvastagság tulajdonságok átlagértékei megegyeztek, egységesen 0,57 cm

értéket mutattak 17,5 és 13,5% relatív szórás (CV%) mellett. DOMOKOS et al. (2008) eredményei fajtatizta charolais tenyészbika-jelölteknél hasonlóak voltak az általam megállapítottakkal. Az alternatív ultrahangos mérési tulajdonságok közül a charolais növendék biáknál csak a gluteus medius izom vastagságát határoztam meg. A magyar tarka bikák testfal vastagságát későbbi időponttól kezdve vizsgáltam csak, így a charolais bikáknál erre nem kerülhetett sor. A gluteus medius izom igen nagy vastagságot ért el (12,36 cm), amely mintegy 1,5 cm-rel meghaladta a magyar tarkáknál megállapított átlagértéket. A charolais bikák lényegesen magasabb súlya miatt azonban az értékek összehasonlítása csak körültekintően tehető meg.

A tenyészbika jelöltek a sajátteljesítmény-vizsgálat alatt átlagosan 1 439 g/nap súlygyarapodást értek el. A különböző ultrahanggal mért tulajdonságok értékei az STV alatt az alábbi mértékben növekedtek: a ROT 49%-kal, a HFAG 69%-kal, a P8 62%-kal, a FTF 64%-kal, míg a GMV 27%-kal (32. táblázat). Az eltérő értékek az egyes szövetek (izom és faggyú) méretének, tömegének különböző ütemű növekedését feltételezik.

32. táblázat: Az ultrahanggal mért paraméterekben az ÜSTV időtartama alatt megfigyelhető változások charolais bikáknál

Para- méterek	Bennál- lási idő (nap)	Ráhizlalt súly (kg)	Súly- gyarapodás (g/nap)	ROT (cm ²)	HFAG (cm)	P8 (cm)	FTF (cm)	GMV (cm)
Átlag	151,7	218,5	1 438,9	33,49	0,16	0,21	0,22	2,65
Szórás	10,57	34,09	190,57	9,39	0,068	0,098	0,072	0,54
Minimum	137	126	1 155	16,32	0,03	0,04	0,08	1,52
Maximum	164	336	2 020	57,83	0,34	0,34	0,47	3,94

A 33. táblázatban az ÜSTV indításakor, illetve annak zárásakor megállapított ultrahangos adatok között számított korrelációs együtthatókat mutatja be. A ROT, Rel. ROT és a GMV tulajdonságok esetében $r = 0,60$ feletti korrelációs együtthatót, míg a többi tulajdonság esetében $r = 0,38-0,52$ szorosságú összefüggést állapítottam meg. A bőr alatti faggyúvastagságot jellemző tulajdonságoknál (P8, HFAG, FTF) kevésbé szoros összefüggéseket tártam fel, mint a magyar tarka fajtájú bikáknál, ugyanakkor a

többi tulajdonság esetében a charolaisnál számítottam kedvezőbb korrelációs együtthatókat.

33. táblázat: Charolais bikák ÜSTV elején és végén mért ultrahangos paramétereik közötti összefüggések

Tulajdonságpárok	Korrelációs együttható	Sig.
ROT(e) – ROT(v)	0,65	P<0,01
Rel. ROT(e) – Rel. ROT(v)	0,64	P<0,01
P8(e) – P8(v)	0,52	P<0,01
HFAG(e) – HFAG(v)	0,50	P<0,01
FTF(e) – FTF(v)	0,38	P<0,01
GMV(e) – GMV(v)	0,67	P<0,01

Az alsó indexben szereplő „e” az STV elején, a „v” az STV végén mért értékeket jelenti

Az ÜSTV zárásakor várható ultrahanggal mért tulajdonságok becslését lehetővé tevő lineáris regressziós egyenletek a 34. táblázatban találhatóak. A charolaisnál felállított előrejelző egyenletek bizonyos tulajdonságok esetében gyengébb becslési pontossággal rendelkeztek a magyar tarkához viszonyítva. Ennek oka az lehet, hogy az ÜSTV a charolaisnál 30 nappal hosszabb. A hosszabb időre történő előrejelzés pontossága pedig nyilvánvalóan alacsonyabb. Ezt támasztja alá BERGEN et al. (1997) munkája is, ahol a központi sajtáteljesítmény-vizsgáló (KSTV) állomáson tesztelt charolais növendék bikáknál a 112 nap hosszúságú tesztidőszak elején mért ultrahangos paramétereiből becsülték a tesztidőszak végén várható értékeket. A HFAG esetén $R^2 = 0,13$, míg a ROT esetén $R^2 = 0,53$ determinációs együtthatót állapítottak meg. A becslés pontossága természetesen romlott az STV-ben töltött idő múlásával. 28 nappal a KSTV befejezését megelőzően felállított becslő egyenletek már kedvezőbb illeszkedést mutattak ($R^2 = 0,39$ és $0,64$). BERGEN et al. (1997) szerint az STV végén várható paraméterek becslésének pontossága lényegesen alacsonyabb a fiatalabb életkorban, az intenzív növekedési fázisban mért adatokból, mint a későbbi, a növekedési görbe csúcsának elérését követően. Ez a probléma indokolja a charolaisnál is, hogy több ultrahanggal mért tulajdonság együttes bevonásával többváltozós előrejelző egyenleteket hozzunk létre a becslés pontosságának javítása érdekében.

A fartájéki bőr alatti faggyúvastagság két módszerrel (P8, FTF) történő meghatározásánál a charolaisnál lényegesen alacsonyabb a becslő egyenlet megbízhatósága, mint ahogy azt a magyar tarka fajtánál tapasztaltam. Ennek magyarázata lehet, hogy a magyar tarka bikák fartájéki faggyúvastagságában mind a sajátteljesítmény-vizsgálat elején, mind annak végén nagyobb relatív szórás értékek figyelhetők meg. A nagyobb variancia pedig a becslés gyengébb pontosságához vezethet.

34. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése charolais bikáknál

Lineáris regressziós egyenlet	Mérték-egység	Determinációs együttható	Sig.
$ROT_v = 36,706 + 0,928 \times ROT_e$	cm ²	R ² =0,41	P<0,01
$Rel.ROT_v = 3,183 + 0,75 \times Rel.ROT_e$	cm ² /100 kg	R ² =0,40	P<0,01
$P8_v = 0,318 + 0,727 \times P8_e$	cm	R ² =0,27	P<0,01
$HFAG_v = 0,221 + 0,735 \times HFAG_e$	cm	R ² =0,25	P<0,01
$FTF_v = 0,325 + 0,696 \times FTF_e$	cm	R ² =0,15	P<0,01
$GMV_v = 4,824 + 0,776 \times GMV_e$	cm	R ² =0,45	P<0,01

Az alsó indexben szereplő „e” az STV elején, a „v” az STV végén mért értékeket jelenti.

A becslés pontosságának javítása érdekében az életkor és az élősúly mellett több ultrahangos tulajdonságot is bevontam a többváltozós regressziós egyenletekbe. A rostélyos terület esetén 0,04-el, a relatív rostélyos területnél 0,12-del, a P8-nál 0,13-dal, a hátfaggyú vastagságnál 0,19-del, a fartájéki faggyúvastagságnál 0,06-al, a gluteus medius izom vastagságánál 0,06-al növekedett a determinációs együttható értéke az egytényezős lineáris regressziós egyenletek R² értékéhez képest (35. táblázat).

A charolais tenyészbika-jelöltek rostélyos keresztmetszet területét becslő egyenletek megbízhatósága megegyezett a magyar tarkánál tapasztaltakkal. A többi tulajdonság becslésére létrehozott egyenleteknél csak a gluteus medius izom vastagsága esetén kedvezőbb a becslés pontossága a charolaisnál.

35. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése többváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével charolais bikáknál

Függő változó és egyenlet	R ²	Konstans	Életkor _e	Élősúly _e	ROT _e	Rel.ROT _e	P8 _e	HFAG _e	FTF _e	GMV _e
ROT _{v1}	0,44	28,86	-0,015	-	0,909	0,737	-	-	-	-
ROT _{v2}	0,45	-77,417	-0,019	0,284	-0,591	6,378	-	-	-	-
Rel.ROT _{v1}	0,52	-55,251	0,016	0,15	-0,842	3,678	2,396	-1,773	4,8	-0,024
Rel.ROT _{v2}	0,50	-51,477	0,018	0,149	-0,811	3,572	-	-	-	-0,238
P8 _{v1}	0,38	0,138	-	-	-	-	0,838	0,455	-0,34	0,019
P8 _{v2}	0,40	-0,078	0,001	-	-0,003	-	0,759	0,346	-	0,032
HFAG _{v1}	0,44	0,318	-	0,001	-0,004	-	-0,246	0,865	-	-0,018
HFAG _{v2}	0,43	0,618	-	-	-	-0,017	-0,172	0,896	-	-0,004
FTF _{v1}	0,20	0,112	-	-	-	0,007	0,203	0,089	0,451	-
FTF _{v2}	0,21	-1,398	-	0,004	-0,022	0,085	-	0,126	0,586	-
GMV _{v1}	0,51	-6,53	-	0,027	-0,163	0,547	-1,819	0,717	2,761	0,913
GMV _{v2}	0,48	4,431	-	-	-0,014	-	-1,302	0,717	-	0,841

A 36. táblázatban a charolais tenyészbika-jelöltek ultrahanggal mért tulajdonságai kerülnek bemutatásra, melyek az STV alatti havi rendszerességgel végzett adatgyűjtésből származnak.

36. táblázat: Charolais tenyészbika-jelöltek RTU paramétereinek korrigálására létrehozott egyenletek alapadatainak statisztikai mutatói

Tulajdonságok	n	Átlag	Szórás	Minimum	Maximum
Életkor, nap	411	356,0	79,12	218,0	494,0
Élősúly, kg	411	461,2	113,56	287,0	682,0
ROT, cm ²	411	82,10	20,24	52,64	121,95
P8, cm	411	0,47	0,138	0,20	0,83
HFAG, cm	411	0,31	0,966	0,11	0,68
FTF, cm	184	0,47	0,126	0,25	0,83
GMV, cm	184	11,02	1,40	8,26	14,27

Az egyes tulajdonságok közötti összefüggések feltárása érdekében végzett korrelációs számítás eredménye a 37. táblázatban láthatóak. Valamennyi tulajdonság között statisztikailag igazolható kapcsolat figyelhető meg ($P < 0,05$). A leglazább kapcsolat az élősúly és a P8 ($r = 0,75$; $P < 0,01$), a legszorosabb pedig az élősúly és a GMV között volt megfigyelhető ($r = 0,91$; $P < 0,01$). TÖRÖK et al. (2008b) angus hízbikák ultrahanggal mért tulajdonságai, illetve az életkor és élősúly közötti összefüggések vizsgálata során a ROT és az élősúly között találta a legszorosabb ($r = 0,85$, $P < 0,001$), az életkor és a P8 között a leglazább ($r = 0,35$, $P < 0,001$) kapcsolatot. Az életkor és az élősúly között $r = 0,75$, az élősúly és a P8 között $r = 0,67$, a P8 és a ROT között $r = 0,59$ korrelációs együtthatót számoltak ($P < 0,001$).

TÖRÖK et al. (2007a) különböző genotípusú hízbikáknál, a fartájékon két különböző ponton mért fartájéki bőralatti faggyúvastagság (P8 és FTF) eredményei között a kapcsolat ($r = 0,93$; $P < 0,01$) igen szorosnak bizonyult. Eredményeik alapján kijelentették, hogy a két módszer hasonló eredményre vezet. A hátfaggyú vastagság mérését viszont inkább csak a másik két mérés kiegészítéseként javasolják használni. Az általam kapott eredmények a magyar tarkánál $r = 0,93$ ($P < 0,01$), a charolaisnál $r = 0,87$ ($P < 0,01$) összefüggést mutatnak a fartájékon a két különböző módszerrel mért bőr alatti faggyúvastagság értékei között, megerősítve az előbbi megállapítást. Ugyanakkor a hátfaggyú vastagság a FTF és a P8 tulajdonságokkal, mindkét fajtát figyelembe véve $r = 0,80-0,83$, szoros kapcsolatot mutat.

37. táblázat: Az életkor, az élősúly és a különböző ultrahanggal mért tulajdonságok közötti korrelációk charolais bikáknál

Tulajdonságok	Élősúly	ROT	P8	HFAG	FTF	GMV
Életkor	0,90**	0,84**	0,79**	0,80**	0,87**	0,85**
Élősúly		0,90**	0,78**	0,83**	0,84**	0,91**
ROT			0,75**	0,80**	0,81**	0,87**
P8				0,81**	0,87**	0,76**
HFAG					0,80**	0,76**
FTF						0,78**

**A kapcsolat szignifikáns $P < 0,01$ szinten

A 2. mellékletben találhatóak a charolais fajtára vonatkozó regressziós egyenletek, melyek lehetővé teszik az ultrahanggal mért adatok korrekcióját. A táblázatban az adott tulajdonság legjobb illeszkedést mutató függvényét mutatom be, az egyenlet típusának, a korrekciós faktor(ok)nak, az egyenletek konstans értékének és a korrigált illeszkedés feltüntetésével. Az egyenletek segítségével lehetővé válik a sajátteljesítményvizsgálaton átesett, különböző súlyú, életkorú, rostélyos keresztmetszet területtel, stb. rendelkező egyedek azonos értékekre történő korrekciója (pl. 560 kg-os élősúly, 420 napos életkor, 100 cm² ROT méret, stb.). Ezáltal lehetővé válik az STV csoporton belül az egyedek teljesítményének az összevetése, vagy a különböző ivadékcsoportok rangsorolása, ezen keresztül pedig az apaállatok tenyésztérékének a meghatározása. Ennek megfelelően az azonos élősúlyra korrigált ultrahanggal becsült tulajdonságok értékeit a 38. táblázatban mutatom be. Az ultrahangos tulajdonságok adott élősúlyra történő korrigálását a 2. mellékletben található egyenlet segítségével határoztam meg. A vizsgálatban szereplő 96 növendék bika 420 napra korrigált átlagos élősúlya 563,57 kg volt. Ennek megfelelően választottam az 560 kg-os élősúlyt az ultrahangos tulajdonságok korrigálásának alapjául.

38. táblázat: Charolais növendék bikák 560 kg-os súlyra korrigált RTU paraméterei

Statisztikai mutató	560 kg-os súlyra korrigált RTU paraméterek értékei				
	ROT	HFAG	P8	FTF	GMV
Átlag	95,99	0,370	0,541	0,539	11,85
Szórás	9,20	0,065	0,096	0,084	0,72
Minimum	80,83	0,226	0,319	0,347	9,69
Maximum	128,28	0,631	0,779	0,774	13,75

3.2.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízbikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése

3.2.4.1. Hizlalási eredmények

A különböző vágósúly hústermelő képességre gyakorolt hatásának vizsgálata során elsőként a hizlalási eredményeket mutatom be. A növendék bikák különböző időpontban megállapított élősúly és súlygyarapodási adatait az 39. táblázat mutatja be. A három vizsgálati csoportban lévő állatok születési súlyában nem volt megfigyelhető

statisztikailag igazolható különbség, a 39,1 kg-os átlag megfelel a szakirodalomban közölt 35,7-46,6 kg közötti értékeknek (JAKUBEC et al., 2003; KAMIENIECKI et al., 2009; KRUPA et al., 2005; PRZYSUCHA – GRODZKI, 2004). A bikaborjakat átlagosan 248 napos életkorban, 283,9 kg-os súllyal állították hízóba. Sem az életkorban, sem az élősúlyban nem volt statisztikailag igazolható eltérés a vizsgálati csoportok között. A kis súlyra hizlalt növendék bikák 171, a közepes súlyúak 241, a nagy súlyúak 300 napos hizlalási időszak után sorrendben 523,9 kg; 626,9 kg; illetve 709,6 kg-os hizlalási végsúlyt értek el.

39. táblázat: Charolais bikák hizlalási eredményei

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
Létszám	7	7	7	21	-
Születési súly, kg	38,9±1,93	39,4±1,81	39,3±1,80	39,1±1,75	NS
Beállítási életkor, nap	256,7±13,61	249,4±10,98	238,1±40,9	248,1±25,57	NS
Beállítási élősúly, kg	278,6±15,62	283,9±12,20	289,3±62,8	283,9±36,35	NS
Vágási életkor, nap	424,9±13,40 ^a	490,4±10,98 ^b	537,7±43,61 ^c	487,7±50,08	P<0,05
Hizlalási végsúly, kg	523,9±13,38 ^a	626,9±21,69 ^b	709,6±31,58 ^c	620,1±80,96	P<0,01
Ráhizlalt súly, kg	245,3±25,1 ^a	343,0±20,78 ^b	420,3±42,35 ^c	336,2±78,99	P<0,05
Súlygyarapodás a hizlalás alatt, g/nap	1456±97,2	1423±86,2	1395±150,8	1424±111,9	NS

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

A hizlalás során elért súlygyarapodásban nem észleltem szignifikáns eltérést a csoportok között (sorrendben 1 456, 1 423, 1 395 g/nap). Lengyel kutatók 554 kg hizlalási végsúlyú charolais bikáknál 1020 g/nap értéket közöltek (KAMIENIECKI et al., 2009), ami 436 g/nap értékkel elmarad a kis súlyú csoportnál tapasztalt értéktől. A közepes súlykategóriájú állatoknál közölt adatoktól napi 52, illetve 107 g-nál magasabb súlygyarapodásról számol be két tudományos közlemény (MANHEIM, 1972; ALBERTÍ et al., 2008). Számos irodalmi forrás (BARBER et al., 1981; CHAMBAZ et al., 2001b; JURIE et al., 2005; SOMOGYI et al., 2010) napi 297; 303, 263, 123, 253 g értékkel alacsonyabb eredményt jelöl meg. A nagy súlyra hizlalt bikák eredményéhez képest napi 119, 319, valamint 279 g-al kisebb súlygyarapodásról számolnak be egyes

kutatók hasonlóan nagy súlyú charolais hízóbikáknál (CHAMBAZ et al., 2001a; LEVAN et al., 1979).

3.2.4.2. Vágási eredmények

A különböző súlyban vágott charolais hízóbikák vágási eredményeit a 40. és 41. táblázat foglalja össze. A vágóhidra szállítás során mért súlyveszteség 2,66-3,07% között alakult, ez más szakirodalmi források eredményével is egybevághat (SOMOGYI et al., 2010). A vágóhídon megállapított vágási súly súlycsoportonként növekvő sorrendben 508,1 kg; 603,1 kg; 691,6 kg; a meleg féltettek súlya 292,4; 359,8; 418,9 kg volt. A nagy súlyra hizlalt bikák 782 g/nap életnapra jutó csontos hús termelése meghaladta a kis súlyú csoportét ($P < 0,01$). A közepes súlyú csoporthoz hasonló súlyú bikák irodalmi források szerint 11-45 g-mal alacsonyabb életnapra jutó csontos hús termelést mutatnak (BARTOŇ et al., 2006; POLÁCH et al., 2004). Nagy súlyban vágott charolais bikák esetében is alacsonyabb értékekről számolnak be más kutatók (SOCHOR et al., 2005).

Egyéb forráshoz hasonlóan (ROBELIN, 1986) azt tapasztaltam, hogy az életkor, illetve a súly növekedésével javul a húskitermelési arány (húskitermelési arány I.). A kis és közepes súlyú csoportok húskitermelési aránya között kisebb mértékű az eltérés, mint a közepes és nagy súlyúaknál. Csak a kis és nagy súlykategória között találtam szignifikáns ($P < 0,01$) eltérést (57,57% és 60,64%). A közepes súlyú csoport húskitermelési aránya nem tért el statisztikailag igazolható mértékben a másik két csoportétól. A szakirodalom 500-550 kg-os vágósúlyú bikáknál 57,0-62,2% közötti húskitermelési arányról számol be (KAMIENIECKI et al., 2009; LEVAN et al., 1979). A legtöbb közlemény 600-650 kg közötti vágósúlyú charolais hízóbikáknál 58,0%-64,9% közötti húskitermelési arányt közöl (ALBERTÍ et al., 2008; HOLLÓ et al., 2005b; SOMOGYI et al., 2010). Az általunk tapasztalt 59,68%-os eredmény ezek alapján közepesnek mondható. A nagy súlyú csoportnál észlelt 60,64% vágási kitermeléssel megegyezően a szakirodalmi forrásmunkák 57,9-65,1% közötti értékekről számolnak be (CHAMBAZ et al., 2003; PFUHL et al., 2007).

40. táblázat: Charolais hízbikák vágási eredményei I.

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
Vágási súly, kg	508,1±14,92 ^a	603,1±18,77 ^b	690,57±27,89 ^c	600,6±78,95	P<0,01
Veszteség a vágásig, kg	15,7±3,86 ^a	23,7±5,99 ^b	19,0±6,24 ^{ab}	19,5±6,19	P<0,05
Veszteség a vágásig, %	3,01±0,76	3,77±0,88	2,66±0,88	3,15±0,91	NS
Meleg féltettek súlya, kg	292,4±11,83 ^a	359,8±12,09 ^b	418,9±24,16 ^c	357,0±55,35	P<0,01
Életnapra jutó csontos hús termelés, g/nap	689±36,0 ^a	734±34,1 ^{ab}	782±51,8 ^b	735±55,3	P<0,01
Húskitermelési arány I., %	57,57±0,91 ^a	59,68±1,98 ^{ab}	60,64±1,74 ^b	59,29±2,01	P<0,01
Húskitermelési arány II., %	61,90±1,86 ^a	64,79±1,43 ^b	65,75±1,41 ^b	64,15±2,25	P<0,01
Vesefaggyú, kg	3,74±0,78	3,77±1,78	4,37±1,90	3,96±1,52	NS
Vesefaggyú, %	0,74±0,16	0,63±0,30	0,64±0,29	0,67±0,25	NS
Összes faggyú, kg	8,86±1,91 ^a	10,49±2,69 ^{ab}	13,54±4,69 ^b	10,96±3,72	P<0,05
Összes faggyú, %	1,75±0,39	1,74±0,43	1,96±0,70	1,82±0,51	NS
EUROP izmoltság, pont	10,57±0,53	10,80±1,07	11,14±1,07	10,87±0,91	NS
EUROP faggyúzottság, pont	4,00±0,58 ^a	3,86±0,90 ^a	5,86±2,12 ^b	4,57±1,60	P<0,05

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

Üres emésztőrendszert feltételezve is kiszámítottam a húskitermelési arányt (II.). Ebben az esetben is a vágási súly növekedésével javult a húskitermelési arány (61,90-65,75%), de a kis súlyú csoport mind a közepes, mind a nagy súlyú csoportnál alacsonyabb értékeket ért el (P<0,01). A vesefaggyú arányában más forrásmunka megállapításához hasonlóan (SOMOGYI et al., 2010) nem volt szignifikáns különbség a csoportok között (0,74%; 0,63%; 0,64%). Az összes faggyú tekintetében is kedvező eredményeket kaptunk, de a csoportok között nem volt statisztikailag kimutatható különbség, a legtöbb kutató szintén 1,77-2,00% körüli arányról számolt be (PFUHL et al., 2007; BENE et al., 2009a).

A vágómarhák felvásárlása során a vágott testek EUROP minősítése kell, hogy az árképzés alapját jelentse, ezért is hangsúlyoztam a vizsgálatok során a minősítés eredményeit. Megállapítható, hogy a 700 kg-os csoport mutatta a legkedvezőbb húsformákat. Az élősúly növekedésével párhuzamosan az átlagos EUROP izmoltsági pontszám kis mértékben növekedett, de ez az eltérés nem volt szignifikáns. A 10,87

átlagos pontszám „U⁰” kategóriának felelt meg. A charolais hízó bikák már 500 kg körüli vágósúlyban is kedvező húsformákat értek el és a súly növekedésével az izmoltság javulása csak kismértékű volt. Szakirodalmi adatok 9,5 EUROP izmoltsági pontszámról számolnak be 610 kg-os súlyban vágott charolais hízó bikáknál, ami 1,3-del kisebb a közepes vágósúlyú csoportnál általam megállapított értéknél (SOMOGYI et al., 2010). A vágóhídi minősítés során a charolais hízó bikák vágott testjei leggyakrabban „U” minősítést kapnak (ALBERTÍ et al., 2008; CHAMBAZ et al., 2003; PFUHL et al., 2007; VRCHLABSKÝ – GOLDA, 2000).

A faggyúborítottság tekintetében a kis és közepes súlyú állatok „2⁰”-nak (4,00 és 3,86 pont), míg a nagy súlyú állatok „2⁺”-nak megfelelő EUROP faggyúborítottságot mutattak (5,86). Így a nagy súlyú növendék bikák faggyúsabbnak bizonyultak, mint a kisebb súlykategóriákba tartozó egyedek ($P < 0,05$). A „2⁺”-os faggyúborítottság azt jelenti, hogy egy viszonylag vékony faggyútakaró borítja a vágott testet, így az izmok majdnem minden területen látszanak, sőt a mellüreg belső felületén a bordák közötti izmok jelentős része is látszik. Ennél faggyúsabb vágott testekről számos publikáció számol be (ALBERTÍ et al., 2008; CHAMBAZ et al., 2003; VRCHLABSKÝ – GOLDA, 2000). A hízó bika csoportok néhány testrészének, értékesíthető belső szervének vágáskor mért súlyát és arányát a 41. táblázatban mutatom be.

A legtöbb esetben a csoportok között szignifikáns különbséget figyelhetünk meg az egyes testrészek, belső szervek meleg féltettek súlyához viszonyított arányában. A négy lábvég súlyának aránya jól jellemzi az állat csontozatának erősségét. A három csoportban 1,67-1,87% között alakult ez a mutató, ami megfelel a szakirodalomban található értéknek (MÉSZÁROS, 1978).

A bőr aránya 7,12-8,18% között változott a vizsgált csoportoknál, ami a szakirodalmi adatoknál (7,75-8,68%) kisebb érték (MÉSZÁROS, 1978; PFUHL et al., 2007). Amíg közepes vágósúlyú állatoknál a bőr aránya mintegy 1%-kal kisebb, mint a kis súlyú csoportnál ($P < 0,01$), addig statisztikailag igazolható különbség nem áll fenn a közepes és nagy súlyú csoport értékei között. A fej vágott testhez viszonyított aránya mindhárom csoportnál megegyezett.

41. táblázat: Charolais hízbikák vágási eredményei II.

Paraméterek		Vágósúly			Összesen	P
		Kis	Közepes	Nagy		
Négy lábvég	kg	9,51±0,45 ^a	10,11±1,06 ^a	12,17±1,02 ^b	10,60±1,44	P<0,01
	%	1,87±0,08 ^a	1,67±0,13 ^b	1,76±0,14 ^{ab}	1,77±0,14	P<0,05
Bőr	kg	41,57±8,18 ^a	42,94±7,12 ^a	51,17±3,83 ^b	45,23±5,38	P<0,01
	%	8,18±0,53 ^a	7,12±0,46 ^b	7,41±0,44 ^{ab}	9,00±0,68	P<0,01
Fej	kg	20,03±3,94 ^a	23,54±3,90 ^b	27,57±1,08 ^c	23,72±3,36	P<0,01
	%	3,94±0,28	3,90±0,17	4,00±0,15	3,95±0,20	NS
Nyelv	kg	1,40±0,12 ^a	1,54±0,10 ^{ab}	1,66±0,10 ^b	1,53±0,15	P<0,01
	%	0,28±0,02 ^a	0,26±0,02 ^{ab}	0,24±0,02 ^b	0,26±0,02	P<0,01
Máj	kg	5,20±0,37 ^a	5,37±0,60 ^a	7,17±0,86 ^b	5,91±1,10	P<0,01
	%	1,02±0,07 ^{ab}	0,89±0,09 ^a	1,04±0,14 ^b	0,98±0,12	P<0,05
Tüdő	kg	2,69±0,28 ^a	2,94±0,25 ^a	3,51±0,46 ^b	3,05±0,48	P<0,01
	%	0,53±0,04	0,49±0,04	0,51±0,07	0,51±0,05	NS
Lép	kg	0,89±0,11 ^a	1,09±0,11 ^{ab}	1,26±0,22 ^b	1,08±0,21	P<0,01
	%	0,17±0,02	0,18±0,02	0,18±0,04	0,18±0,02	NS
Vese	kg	0,91±0,16 ^a	1,03±0,21 ^{ab}	1,17±0,14 ^b	1,04±0,20	P<0,05
	%	0,18±0,03	0,17±0,03	0,17±0,02	0,17±0,03	NS
Szív	kg	1,89±0,23 ^a	2,20±0,12 ^{ab}	2,63±0,34 ^b	2,24±0,39	P<0,01
	%	0,37±0,04	0,37±0,02	0,38±0,04	0,37±0,03	NS

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

3.2.4.3. Csontozási eredmények

A 42. táblázat a legfontosabb csontozási paramétereket mutatja. A 4°C-on 24 órán keresztül hűtött hideg féltetek súlyának mérését követően megállapítottam a hűtési veszteséget, amely 2,48-3,05% között változott. A hideg féltetek súlya a kis súlyú csoportnál 285,1 kg, a közepesnél 348,9 kg és a nagyánál 406,0 kg volt.

A színhúsarányról megállapítható, hogy a kis és közepes csoport eredménye között jelentős, 2,05%-os különbség volt (P<0,05), ezzel szemben a közepes és a nagy súlyú csoportok között nem tapasztaltunk statisztikailag igazolható különbséget. Ezen eredmények is arra engednek következtetni, hogy a charolais hízbikák már 500 kg körüli vágósúlyban jó vágási eredményeket érnek el. Igazán kedvező eredmények azonban 600 kg végsúly felett várhatók. A szakirodalmi adatok 600 kg fölötti súlyban

az általam mért értéknél legtöbbször magasabb arányról számolnak be (BARTOŇ et al., 2006; HOLLÓ et al., 2010a; PFUHL et al., 2007; POLÁCH et al., 2004).

42. táblázat: Charolais hízóbikák csoportozási eredményei

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
Hideg féltestek súlya, kg	285,1±11,10 ^a	348,9±11,48 ^b	406,0±21,87 ^c	346,7±52,71	P<0,01
Hűtési veszteség, kg	7,29±4,76	10,94±2,87	12,89±6,24	10,37±5,15	NS
Hűtési veszteség, %	2,48±1,59	3,04±0,77	3,05±1,42	2,85±1,27	NS
Színhús, kg	201,0±8,45 ^a	253,0±8,34 ^b	294,2±21,42 ^c	247,6±41,35	P<0,01
Színhús, %	70,48±1,07 ^a	72,53±1,05 ^b	72,39±1,55 ^b	71,27±1,60	P<0,05
Faggyú, kg	19,36±1,50 ^a	23,60±3,07 ^{ab}	27,76±2,99 ^b	23,57±4,30	P<0,01
Faggyú, %	6,80±0,56	6,76±0,75	6,86±0,89	6,80±0,71	NS
Csont, kg	56,89±3,84 ^a	62,46±3,65 ^a	73,18±4,72 ^b	64,17±7,94	P<0,01
Csont, %	19,95±0,94 ^a	17,91±0,89 ^b	18,04±0,96 ^b	18,63±1,30	P<0,01
Ín, kg	6,07±2,29	6,69±0,72	7,54±0,86	6,77±1,37	NS
Ín, %	2,13±0,78	1,92±0,24	1,85±0,15	1,97±0,47	NS
Faggyú : hús arány	1:10,35±1,02	1:10,77±1,28	1:10,67±1,56	1:10,48±1,22	NS
Csont : hús arány	1:3,54±0,21 ^a	1:4,06±0,25 ^b	1:4,02±0,22 ^b	1:3,87±0,33	P<0,01
Színhústermelés, g/nap	462,6±26,01 ^a	516,2±22,44 ^b	548,4±36,14 ^b	509,0±45,41	P<0,01

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

A csoportozás során kinyert faggyú 6,76 és 6,86% közötti aránya nem mutatott igazolható szignifikáns különbséget, vagyis a charolais bikák még 700 kg-os súly körül sem építenek be szervezetükbe nagyobb arányú faggyút a 100-200 kg-mal könnyebb fajtatairaiknál. Ezzel szemben a csont aránya a vágási súly növekedésével jelentősen csökken. Míg a kis súlyú csoportnál közel 20%-os csontarányt figyelhetünk meg, addig a közepes és nagy súlyú bikáknál ez az arány mindössze 18%-os (P<0,01). A szakirodalmi források a vágósúly függvényében igen eltérő, 15,80-18,83% közötti csontarányról számolnak be (MÉSZÁROS, 1978; HOLLÓ et al., 2010a; POLÁCH et al., 2004; PFUHL et al., 2007; BARTOŇ et al., 2006). A kis súlykategóriánál tapasztalt 1:3,54 csont:hús arány lényegesen elmarad a közepesnél (1:4,06) és a nagynál (1:4,02) megfigyelt értékektől (P<0,01). Hasonló eredményről számolnak be (1:3,94) magyar kutatók 610 kg-os súlyban vágott charolais bikáknál (HOLLÓ et al., 2010a). A faggyú:hús arányát ugyanakkor nem befolyásolta a vágósúly. Az ín aránya 2% körül

alakult mindhárom csoportnál, közöttük szignifikáns eltérés nem volt kimutatható. A színhústermelésben a növekvő vágási súllyal párhuzamosan javulnak az eredmények (462,6; 516,2 és 548,4 g/nap), amelyek más genotípusoknál kedvezőbb értékeket jelentenek (HOLLÓ et al., 2010a).

A 43. táblázatban és részletesebben a 3. mellékletben a kitermelt hús minőségi osztály szerinti besorolása és a különböző húsrészek aránya látható.

43. táblázat: A kitermelt hús minőségi osztály szerinti besorolása és a húsrészek aránya charolais hízbikáknál

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
I. oszt. húsrészek súlya, kg	127,32±9,04 ^a	162,26±6,92 ^b	189,27±17,17 ^c	159,62±28,33	P<0,01
I. oszt. húsrészek aránya, %	44,61±1,87	46,51±1,41	46,56±2,05	45,89±1,94	NS
II. oszt. húsrészek súlya, kg	57,12±4,03 ^a	70,76±8,11 ^b	83,67±5,61 ^c	70,51±12,55	P<0,01
II. oszt. húsrészek aránya, %	20,07±1,75	20,28±2,28	20,61±0,97	20,32±1,67	NS
III. oszt. húsrészek súlya, kg	16,52±1,17 ^a	20,00±2,31 ^b	21,20±2,25 ^b	17,45±2,66	P<0,01
III. oszt. húsrészek aránya, %	5,80±0,44	5,73±0,61	5,22±0,48	5,05±0,46	NS

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

Az I.-II.-III. osztályú húsok aránya a kis súlykategóriában 44,61%-20,07%-5,80%, a közepes súlykategóriában 46,51%-20,28%-5,73%, a nagy súlyú hízbikacsoportnál 46,56%-20,61%-5,22% volt. Ezekből az eredményekből látható, hogy a vágósúly növekedésével párhuzamosan az I. osztályú húsrészek aránya is javult, bár statisztikailag nem igazolható az eltérés. A rostélyos, a vastaglapocka, az oldallapocka, a vesepecsenye, a gömbölyű felsál, a hosszú felsál és a fehérpecsenye aránya nem változott a vágósúly növekedésével. Ezzel szemben a nyak, a puha hátszín és a feketepecsenye aránya a súly növekedésével párhuzamosan nőtt (P<0,01, ill. P<0,1). Ezzel ellentétes irányú változást figyelhetünk meg a fartó esetében (P<0,01). A szegyfej és a hátszín aránya a közepes súlyú csoportnál volt a legkisebb, ami szignifikáns módon eltért a nagy súlyú csoportnál tapasztaltak értéktől (P<0,01; illetve P<0,1).

Az 44. táblázatban a vágási, csontozási mutatók között számított korrelációs értékeket ismertetem.

44. táblázat: Charolais hízóbikák vágási, illetve csontozási eredményei között számított korrelációk

Paraméterek	Meleg féltetek súlya, kg	EUROP izmoltság, pont	EUROP faggyússág, pont	Vágási kihozatal I., %	Vágási kihozatal II., %	Színhús mennyiség, kg	Faggyú mennyiség, kg	Színhús arány, %	Csont arány, %	Faggyú arány, %
Vágósúly, kg	0,98**	0,22	0,49*	0,63**	0,72**	0,97**	0,82**	0,59**	-0,56**	0,02
Meleg féltetek súlya, kg	1	0,28	0,46*	0,76**	0,79**	0,98**	0,79**	0,65**	-0,60**	-0,05
EUROP izmoltság, pont	,277	1,00	0,20	0,40	0,39	0,29	0,18	0,20	-0,35	-0,13
EUROP faggyússág, pont	,461*	0,20	1,00	0,17	0,24	0,43	0,55*	0,09	-0,23	0,30
Húskitermelési arány I., %	,756**	0,40	0,17	1,00	0,80**	0,79**	0,45*	0,69**	-0,61**	-0,29
Húskitermelési arány II., %	,789**	0,39	0,24	,799**	1,00	0,81**	0,54*	0,62**	-0,63**	-0,17
Színhús mennyiség, kg	,993**	0,29	0,43	,788**	,808**	1,00	0,75**	0,71**	-0,64**	-0,12
Faggyú mennyiség, kg	,793**	0,18	,548*	,450*	,544*	,750**	1,00	0,23	-0,57**	0,56**
Színhús arány, %	,651**	0,20	0,09	,693**	,621**	,715**	0,23	1,00	-0,67**	-0,51*
Csont arány, %	-,601**	-0,35	-0,23	-,612**	-,630**	-,645**	-,571**	-,675**	1,00	-0,07
Faggyú arány, %	-,048	-,127	,297	-,291	-,167	-,117	,560**	-,514*	-,067	1

**P<0,01; *P<0,05

A vágósúly közepesen szoros kapcsolatban áll a húskitermelési arány I. és II. tulajdonságokkal, az EUROP faggyúzottsági ponttal és a színhúsarányal ($r = 0,49-0,72$; $P < 0,05$, $P < 0,01$). A meleg féltetek összsúlya valamennyi tulajdonsággal szorosabb kapcsolatban állt, mint a vágósúly. Ez alól csak a kivágott faggyú mennyiség és az EUROP faggyúzottsági pont tulajdonságok jelentenek kivételt. A vágósúly és a meleg féltetek összsúlya is rendkívül szoros kapcsolatban áll a színhús mennyiségével ($r = 0,97$ és $r = 0,98$; $P < 0,01$). Az EUROP izmoltsági pont egyetlen vágási tulajdonsággal sem mutatott szignifikáns kapcsolatot. Az EUROP faggyússági pont is csak a kivágott faggyú mennyiségével volt szignifikáns kapcsolatban ($r = 0,55$; $P < 0,05$).

A kétféle módon megállapított húskitermelési arány pozitív, szoros összefüggésben állt egymással ($r = 0,80$; $P < 0,05$).

A húskitermelési arány I. és II. mutatók is közepes, illetve közepesen szoros korrelációt mutatott a színhús-, a kivágott faggyú mennyiségével és a színhús arányával. Ellenben az üres emésztőrendszerrel kalkulált húskitermelési arány esetében szorosabbak az összefüggések ($r = 0,54-0,81$; $P < 0,01$). A húskitermelési arány kétféle mutatója és a csont aránya között egyaránt közepesen szoros, negatív kapcsolatot tudtam kimutatni ($r = -0,63 - (-0,61)$; $P < 0,01$). A színhús mennyisége $r = 0,75$ korrelációban áll a faggyú mennyiségével ($P < 0,01$), ugyanakkor a faggyú aránnyal nem mutatott szignifikáns kapcsolatot. Fontos hangsúlyozni a kivágott faggyú- és a színhús arányának közepesen szoros, negatív korrelációját ($r = -0,51$; $P < 0,01$).

3.2.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízóbikáknál

Vágósúly kategóriánként és valamennyi egyedre vonatkozóan is bemutatom a vizsgálat tárgyát képező ultrahangos tulajdonságokat alapstatisztikai mutatók segítségével (45. táblázat). A testösszetétel (vágóérték) becslésére szolgáló egyenletek megalkotásakor valamennyi egyed szerepelt a statisztikai értékelésben.

45. táblázat: Charolais hízóbikák vágását megelőzően ultrahanggal becsült tulajdonságok alapstatisztikai mutatói

Paraméterek	Vágósúly kategória			Összesen (n = 21)		
	Kis (n = 7)	Közepes (n = 7)	Nagy (n = 7)	Átlag±szórás	Minimum	Maximum
ROT_{11/12}, cm²	95,1±7,08	114,0±7,05	120,9±9,53	110,0±13,51	87,45	134,56
Rel. ROT_{11/12}, cm²/100 kg	18,32±0,97	18,21±1,30	17,05±1,19	18,38±1,24	16,39	21,02
ROT_{12/13}, cm²	99,0±5,81	116,3±6,56	125,0±10,53	113,4±13,38	90,53	139,78
Rel. ROT_{12/13}, cm²/100 kg	19,08±0,70	18,57±0,31	17,63±1,40	18,96±1,22	15,99	21,16
HFAG_{11/12}, cm	0,34±0,05	0,37±0,06	0,48±0,07	0,39±0,085	0,278	0,558
HFAG_{12/13}, cm	0,30±0,03	0,31±0,04	0,44±0,08	0,35±0,086	0,278	0,602
P8, cm	0,43±0,07	0,44±0,11	0,57±0,10	0,48±0,114	0,329	0,724
FTF, cm	0,45±0,11	0,48±0,09	0,57±0,09	0,50±0,102	0,375	0,731
GMV, cm	10,87±0,35	12,25±0,63	13,1±0,37	12,07±1,04	10,44	13,45
TFV, cm	2,70±0,24	3,04±0,28	3,40±0,35	3,05±0,40	2,50	3,88

Az egyes tulajdonságok sok esetben kapcsolatban állhatnak egymással, így egymás hatását is befolyásolhatják. A következőkben az ultrahanggal élő állaton mért, valamint a vágott testen megállapított tulajdonságok közötti összefüggéseket értékelem (46. és 47. táblázat).

Az EUROP izmoltsági pontszám egyedül az életkorral állt szignifikáns kapcsolatban, míg az EUROP faggyúborítottság az élősúllyal, a HFAG_{11/12}-al, a HFAG_{12/13}-al, és a TFV-al is közepes korrelációt ($r = 0,48-0,71$) mutatott ($P < 0,01$; $P < 0,05$). A húskitermelési arány I. mutatóval a ROT_{12/13} és a GMV paraméterek álltak a legszorosabb összefüggésben, sorrendben $r = 0,78$, illetve $r = 0,74$ korrelációs együtthatóval ($P < 0,01$). A húskitermelési arány II. mutató a HFAG_{11/12} kivételével minden ultrahangos tulajdonsággal közepes vagy szoros korrelációt mutatott ($r = 0,46-0,84$). A meleg féltetek súlya valamennyi tulajdonsággal szignifikáns kapcsolatban állt, a korrelációs együtthatók $r = 0,46-0,98$ között változtak.

46. táblázat: Az életkor, az élősúly, és az ultrahangos paraméterek, valamint a vágott testen megállapított tulajdonságok közötti korrelációk charolais hízbikáknál I.

Paraméterek	EUROP izmoltság, pont	EUROP faggyúság, pont	Húskitermelési arány I., %	Húskitermelési arány II., %	Meleg féltetek súlya, kg
Életkor, nap	0,55**	0,40	0,71**	0,70**	0,89**
Vágósúly, kg	0,22	0,49*	0,63**	0,73**	0,98**
ROT _{11/12} , cm ²	0,11	0,27	0,72**	0,84**	0,88**
ROT _{12/13} , cm ²	0,11	0,24	0,78**	0,82**	0,90**
HFAG _{11/12} , cm	0,29	0,71**	0,33	0,33	0,65*
HFAG _{12/13} , cm	0,17	0,48*	0,42	0,49*	0,75**
P8, cm	-0,04	0,40	0,17	0,46*	0,46*
FTF, cm	0,03	0,35	0,28	0,47*	0,47*
GMV, cm	0,36	0,33	0,74**	0,80**	0,91**
TFV, cm	0,31	0,65**	0,66**	0,69**	0,78**

**P<0,01; *P<0,05

A csont mennyisége (47. táblázat) valamennyi vizsgálatban szereplő tulajdonsággal közepes, illetve szoros korrelációban állt ($r = 0,46-0,91$). Ezzel szemben a csont aránya a legtöbb tulajdonsággal közepesen szoros negatív kapcsolatot mutatott ($r = -0,49$ és $r = -0,68$ között; $P < 0,05$, $P < 0,01$). A kivágott faggyú aránya egyik ultrahangos tulajdonsággal sem állt szignifikáns kapcsolatban, ugyanakkor a faggyú mennyisége a P8 és a FTF kivételével valamennyi paraméterrel statisztikailag alátámasztható összefüggést mutatott ($r = 0,59-0,82$; $P < 0,01$). A színhús mennyisége és az I. osztályú húsok mennyisége is közepes, illetve szoros korrelációban van az életkorral, az élősúllyal, a ROT és HFAG értékeivel, a GMV-vel és a TFV-al ($r = 0,44-0,96$; $P < 0,05$, $P < 0,01$). Ezzel szemben a színhús és az I. osztályú húsok aránya csak az élősúllyal, az életkorral, a ROT értékeivel és a GMV-el áll szignifikáns kapcsolatban, és az összefüggések szorossága is lazább ($r = 0,49-0,65$; $P < 0,05$, $P < 0,01$).

47. táblázat: Az életkor, az élősúly, és az ultrahangos paraméterek, valamint a vágott testen megállapított tulajdonságok közötti korrelációk charolais hízóbikáknál II.

Paraméterek	Csont mennyiség, kg	Csont arány, %	Faggyú mennyiség, kg	Faggyú arány, %	Színhús mennyiség, kg	Színhús arány, (%)	I.oszt. húсок mennyisége, kg	I. oszt. húсок aránya, %
Életkor, nap	0,77**	-0,60**	0,68**	-0,10	0,89**	0,61**	0,88**	0,51*
Vágósúly, kg	0,91**	-0,56**	0,82**	0,02	0,96**	0,59**	0,96**	0,52*
ROT _{11/12} , cm ²	0,78**	-0,60**	0,69**	-0,06	0,89**	0,65**	0,87**	0,50*
ROT _{12/13} , cm ²	0,83**	-0,55*	0,66**	-0,12	0,91**	0,63**	0,90**	0,53*
HFAG _{11/12} , cm	0,54*	-0,49*	0,73**	0,30	0,63**	0,26	0,57**	0,07
HFAG _{12/13} , cm	0,81**	-0,21	0,59**	-0,03	0,74**	0,40	0,74**	0,37
P8, cm	0,49*	-0,13	0,37	0,01	0,43	0,05	0,40	0,05
FTF, cm	0,46*	-0,21	0,38	0,02	0,44*	0,06	0,41	0,04
GMV, cm	0,76**	-0,68**	0,70**	-0,12	0,91**	0,65**	0,89**	0,49*
TFV, cm	0,64**	-0,59**	0,79**	0,25	0,76**	0,35	0,70**	0,14

**P<0,01; *P<0,05

A stepwise lineáris regressziós módszerrel meghatározott vágási, illetve csontozási mutatókat becsülő egyenleteket az 48. és 49. táblázatban mutatom be. A húskitermelési arány I. mutató becslésére létrehozott egyenlet esetében a becslés pontossága 68,6%-os volt, az egyenletben szereplő független változók a hizlalás alatti napi súlygyarapodás és ROT_{12/13} voltak. Hasonló becslési pontosságról ($R^2 = 0,61$) számoltak be GREINER et al. (2003c) is. A húskitermelési arány II. tulajdonságot becsülő egyenlet megbízhatósága lényegesen kedvezőbb. A determinációs együttható nagysága 0,809, ami azt jelenti, hogy a húskitermelési arány II. varianciájának alakulását 80,9%-ban a három független változó, míg 19,1%-ban egyéb nem mérhető hatások befolyásolják. A becsülő egyenletbe csak a vágósúly, a ROT_{11/12} és a GMV tulajdonságok kerültek bevonásra. A meleg féltetek súlyánál $R^2 = 0,98$ pontosságú becsülő egyenlet felállítására volt lehetőség a vágósúly, a hizlalás alatti napi súlygyarapodás, a ROT_{12/13} és a GMV tulajdonságok

felhasználásával. A kivágott faggyú mennyisége esetében $R^2 = 0,734$, míg a kivágott faggyú arányának becslésekor $R^2 = 0,283$ pontosságú egyenlet létrehozására volt lehetőség. Utóbbi esetben a becslés pontossága meglehetősen alacsony, tehát mindenképpen további vizsgálatok szükségesek ezen a területen. A kivágott faggyú mennyiségének becslésére alacsonyabb ($R^2 = 0,61$), míg a kivágott faggyú arányának becslésére magasabb ($R^2 = 0,36$) megbízhatóságú egyenletet alkottak WILLIAMS et al. (1997).

48. táblázat: Charolais hízóbikák vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságait becslő egyenletek megbízhatósága, az egyenletekben szereplő változók és koefficienseik I.

Függő változó és egyenlet	Húskitermelési arány I. (%)	Húskitermelési arány II. (%)	Meleg féltestek súlya (kg)	Csontozáskor kivágott faggyú mennyiség (kg)	Csontozáskor kivágott faggyú arány (%)
R^2	0,686	0,809	0,979	0,734	0,283
Konstans	55,863***	39,514***	-60,476	-9,099*	12,277**
Vágósúly	-	-0,021*	0,479***	0,037**	-
Hizlalás alatti napi súlygyarapodás	-0,006	-	-0,034*	-	-
ROT _{11/12}	-	0,143***	-	-	-
ROT _{12/13}	0,105***	-	0,772***	-	-
HFAG _{12/13}	-	-	-	-12,444	26,684*
P8	-	-	-	-	3,925
GMV	-	1,793***	7,514*	-	-
TFV	-	-	-	4,856*	-

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; $P < 0,10$

A színhús mennyiségének és az I. osztályú húsok mennyiségének becslésére létrehozott egyenletek pontossága igen jó ($R^2 = 0,980$ és $R^2 = 0,949$). Ez esetben is kizártam a becslésből azokat a független változókat, amelyek szignifikánsan nem növelték a becslés pontosságát ($P > 0,10$). Mindkét egyenletben szerepeltek a vágósúly és a ROT_{12/13} tulajdonságok. WILLIAMS et al. (1997), valamint GREINER et al. (2003c) a színhús mennyiség alacsonyabb becslési pontosságáról számolnak be, mint az általam meghatározott érték ($R^2 = 0,84-0,87$).

Az életnapra eső színhústermelés mértékét becsülő egyenlet megbízhatósága 92%-os, amelyet a vágósúly, a $ROT_{12/13}$ és a GMV tulajdonságok bevonásával értem el. A színhús arányát becsülő egyenlet pontossága lényegesen szerényebb volt ($R^2 = 0,405$). A szakirodalmi források elsősorban az eladható súlynak a hasított félttest súlyához viszonyított arányára vonatkozóan közölnek adatokat. WILLIAMS et al. (1997) és GRIFFIN et al. (1999) az általam létrehozott becsülő egyenletnél alacsonyabb ($R^2 = 0,32-0,38$), míg HASSEN et al. (1999), MAY et al. (2000), TAIT et al. (2005) és BERGEN et al. (2003) magasabb becslési pontosságról számolnak be.

Az általam számolt, az I. osztályú húsok arányát becsülő egyenlet $R^2 = 0,247$ megbízhatósággal rendelkezett, ami az egyenlet óvatos és körültekintő alkalmazására hívja fel a figyelmet.

49. táblázat: Charolais hízóbikák vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságait becsülő egyenletek megbízhatósága, az egyenletekben szereplő változók és koeficienseik II.

Függő változó és egyenlet	Színhús mennyiség (kg)	Színhús arány (%)	I. osztályú húsok mennyisége (kg)	I. osztályú húsok aránya (%)	Színhústermelés (g/nap)
R^2	0,980	0,405	0,952	0,247	0,920
Konstans	-145,86***	59,441	-2,064	37,107***	195,74***
Életkor	0,177**	-	-	-	-0,684*
Vágósúly	0,187**	-	0,256***	-	0,378**
Hizlás alatti napi súlygyarapodás	-	-	-0,037*	-	-
$ROT_{12/13}$	0,954***	0,039	0,529*	0,077*	1,858***
GMV	7,158*	0,615	-	-	17,571*

*** $P < 0,001$; ** $P < 0,01$; * $P < 0,05$; $P < 0,10$

Külön kiemelném a húskitermelési arány II. tulajdonság becslésére létrehozott egyenlet fontosságát, amelynek a gyakorlati alkalmazásának lehetőségét a következőkben

szemléltetem. Ha egy 652 kg-os élő súlyú charolais hízbika $ROT_{11/12}$ -e $110,5 \text{ cm}^2$ és a GMV-a $12,65 \text{ cm}$, akkor az alábbi egyenletet felhasználva (48. táblázat):

$$\text{Húskitermelési arány II. (\%)} = 39,514 - 0,021 \times \text{vágósúly} + 0,143 \times ROT_{11/12} + 1,793 \\ \times \text{GMV} = \underline{\underline{64,30\%}}$$

lesz az adott állat meleg féltetének az emésztőrendszer tartalmának súlyával csökkentett, vágósúlyhoz viszonyított aránya. A becslés pontossága 81%-os megbízhatóságú. A húskitermelési arány II. mutató lehetővé teszi a vágást megelőzően különböző ideig koplaltatott vágómarhák húskitermelési arányának megbízható összehasonlítását. Továbbá a vágósúly, illetve két ultrahanggal mért paraméter segítségével 12,3%-kal nagyobb megbízhatósággal becsülhető élő állaton, mint a húskitermelési arány I. mutató. A széleskörű gyakorlati alkalmazása mégsem várható, hiszen az emésztőrendszer tartalmának súlyát rendkívül időigényes módon, nagy körültekintéssel lehet csak meghatározni. Ugyanakkor próbavágások során hasznos kiegészítő információt szolgáltat a hízóállatok vágóértékének objektív értékeléséhez.

4. Következtetések

4.1. Az ultrahangos felvételek többszöri mérési eredményeinek ismételhetősége

Megállapítottam, hogy sem a technikus személye, sem az ismételt kiértékelés nem befolyásolja a ROT, a HFAG, a P8, a GMV és a TFV értékeit az ultrahangos felvételek elemzése során ($P < 0,01$). Ugyanakkor a fartájéki faggyúvastagság tulajdonságnál a technikus már befolyással van a mért értékekre ($P < 0,01$). Ugyanazon technikus ismételt méréseinek hasonló középértékei, a csekély átlagérték hiba nagysága, a mérések között számított szoros, pozitív korrelációk, valamint az alacsony RMSE és ESD értékek arra engednek következtetni, hogy elegendő egyszer értékelni az ultrahangos felvételeket. Ugyanakkor hangsúlyozni kell a kellő gyakorlat megszerzését, ami nemcsak a felvételek értékelésekor, hanem azok elkészítésekor is rendkívül fontos alapfeltétel.

Javaslom továbbá az ultrahangos technikusok, szakemberek együttműködésének szorosabbá tételét, a szakmai tapasztalatcserét, az ún. „szemegyezettő mérések, értékelések” megszervezését az eljárás megbízhatóságának biztosítása érdekében.

4.2. Az ultrahangos mérések megbízhatósága, pontossága

Nem tudtam statisztikailag igazolható összefüggést feltárni sem az ultrahanggal, sem a planiméterrel mért rostélyos keresztmetszet terület és az EUROP izmoltság között ($P < 0,01$). Az ultrahanggal megállapított bőr alatti faggyúvastagságot jellemző tulajdonságok közül egyedül a hátfaggyú vastagság állt szignifikáns, pozitív kapcsolatban az EUROP faggyúborítottsággal ($r = 0,48$; $P < 0,05$). A méréstechnika megbízhatóságának vizsgálata során arra a megállapításra jutottam, hogy a vágott testen és az ultrahanggal in vivo megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek között nem mutatható ki statisztikailag igazolható különbség ($P > 0,05$). A 11/12. bordák között $r = 0,91$, míg a 12/13. bordák között $r = 0,96$ korrelációs együtthatót állapítottam meg a vágott testen, illetve az ultrahanggal mért értékek között ($P < 0,05$).

A vágott testen és az élő állaton, ultrahanggal meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékek közötti eltérés nagyságát vizsgálva megállapítható, hogy a 12/13. bordák között mért ultrahangos értékek jóval kisebb mértékben tértek el (2,16%) a vágott testen mért értékektől, mint a másik anatómiai pont esetében (5,30%). Ugyanakkor

kijelenthető, hogy az in vivo becsült és a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékei közötti eltérések nagysága nem függ a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület méretétől sem a 11/12., sem a 12/13. bordaközben történő méréskor ($P > 0,05$).

Összességében kijelenthető, hogy a rostélyosról a 12/13. bordák között készített felvételek megbízhatóbb módon értékelhetők. Ehhez véleményem szerint az is hozzájárul, hogy a 12/13. bordák között jobb minőségű ultrahangos felvételek készíthetők és azok értékelése is egyszerűbb. A különböző szövetek határfelületei ezeken a felvételeken markánsabban rajzolódnak ki. Ennek magyarázata a 11/12., valamint a 12/13. borda közötti régióban található izomcsoportok alakjának, méretének sajátosságaiból fakadhat. Mindezt egybevetve további vizsgálatok szükségesek arra vonatkozóan, hogy a 11/12. bordák között ultrahanggal mért rostélyos keresztmetszet terület milyen módon használható fel a húsmarhák vágóértékének becslésére.

4.3. Tenyészbika-jelöltek növekedésének vizsgálata ultrahangos technika felhasználásával

Dolgozatom ezen fejezetében charolais és húshasznú magyar tarka növendék bikák üzemi sajátjeljesítmény-vizsgálatának (ÜSTV) időszak alatti ultrahangos paraméterek változását mutattam be. Az ÜSTV kezdetén ultrahanggal mért paraméterekből becsültem ugyanezen paraméterek ÜSTV végén várható értékeit többváltozós regressziós egyenletek segítségével. Az egyenletek determinációs együtthatója a magyar tarka fajta esetében a ROT, Rel. ROT, P8, HFAG, FTF, TFV, míg a charolais fajta esetén a Rel. ROT és a GMV tulajdonságoknál érte el az $R^2 = 0,45$ értéket. Az egyenletek az alacsony vagy közepes megbízhatóságuk ellenére, segítséget nyújthatnak a megfelelő pedigrével és küllemmel rendelkező borjak STV-be történő beállítása előtt azok előszelekciójának elvégzésében, illetve a paraméterek nagyságának előrejelzésében.

Mindkét fajta esetében meghatároztam az egyes ultrahangos paraméterek között fennálló összefüggéseket. Regresszió analízis segítségével az ÜSTV során becsült adatok azonos életkorra vagy élősúlyra történő korrigálását lehetővé tevő egyenleteket hoztam létre. Az egyenletek illeszkedése $R^2 = 0,33-0,83$ között változott. Emiatt az

egyenleteket kellő körültekintéssel célszerű alkalmazni, illetve a megbízhatóság növelése céljából további vizsgálatok szükségesek.

4.4. Különböző súlyra hizlalt charolais hízbikák hústermelő képességének összehasonlító elemzése

A vizsgálat összegzéseként megállapítható, hogy a charolais hízbikák – a nagytestű, későn érő húsmarhafajták egyik legnépszerűbb képviselője – nagy súlyra történő hizlaláskor is képesek napi 1 400 g körüli súlygyarapodást elérni. Az 500 kg-os súlyban vágott hízbikák húskitermelési aránya (II.) jelentősen elmaradt a nagyobb súlyú csoportokétól ($P < 0,01$). Az EUROP minősítési rendszer szerint az izmoltságban a csoportok átlaga között nem volt kimutatható szignifikáns különbség, a vágott testeket átlagosan „U⁰” kategóriába sorolták. Ugyanakkor a nagy súlyú csoport „2⁺”-os faggyúborítottságával faggyúsabbnak bizonyult a két kisebb súlykategóriánál ($P < 0,05$). Ezzel szemben a vesefaggyú és a csontozás során kitermelt faggyú arányában már nem volt eltérés. A négy lábvég és a bőr aránya kisebb arányt képviselt 600 kg fölötti súlyban. A csont arányában (a meleg féltettek súlyához viszonyítva) és a hús:csont arányban is hasonló tendencia figyelhető meg ($P < 0,01$). A hízbikák 600 kg-os súly fölött mutatnak igazán jó színhúsarányt ($P < 0,05$), és ezen súly elérésekor az I. osztályú húsok aránya is kedvezőbben alakul, bár az eltérés nem szignifikáns. A gyakorlatban a gazdasági környezet (hizlálási költségek és a termelői árak viszonya) szabhatja meg, hogy a bikahizlalással foglalkozó üzemek számára érdemes-e 600 kg fölötti végsúlyra hizlalni a bikákat. A vizsgálatok eredményei szerint 600 kg-nál nagyobb súlyra történő hizlaláskor sem csökken a charolais bikák napi súlygyarapodása félintenzív takarmányozás mellett. Nagyobb súlyban a húskitermelési arány, a vágott testek színhústartalma kedvezőbb, amelynek tudatában a hizláló üzemek kedvezőbb termelői árakat alkudhatnak ki a felvásárlóknál, illetve a vágóhidaknál. A vágóhidak számára javasolható, hogy 600 kg fölötti élősúlyú charolais hízbikákat vásároljanak, hiszen ezek vágóértéke kedvezőbb, mint a kisebb súlyú bikáké.

4.5. Az ultrahanggal megállapított paraméterek és a vágóérték közötti összefüggések vizsgálata charolais hízbikáknál

Vizsgálataim során kiszámítottam az in vivo ultrahangos tulajdonságok és a vágóértéket jellemző egyes tulajdonságok korrelációs együtthatóit külön-külön, illetve egymással

kapcsolatba állítva. Az eredmények segítséget nyújthatnak az egyes élő állaton mért ultrahangos és vágott testen meghatározott tulajdonságok közötti kapcsolat értelmezésében. A létrehozott becslő egyenletekkel ultrahangos paramétereiből közepes-nagy pontossággal becsülhető a charolais hízbikák húskitermelési aránya I. és II. mutató, a meleg féltettek súlya, a színhús és az I. osztályú húsok mennyisége, valamint az életnapra jutó színhústermelése ($R^2 = 0,69-0,98$). A becslő egyenletek – a szerkesztésükhöz felhasznált értéktartományon belül – lehetővé teszik élő állaton bizonyos vágási, csontozási mutatók objektív mérőműszeres előrejelzését. Fontos megjegyezni, hogy a becslő egyenletek ugyanakkor csak azokra a szarvasmarha genotípusokra, illetve arra az életkor és élősúly tartományra lehetnek érvényesek, amelyen azokat létrehozták. Ezért javaslom ilyen jellegű becslő egyenletek fajtánként történő megállapítását, annak érdekében, hogy azok kellő becslési pontossággal rendelkezzenek.

5. Új tudományos eredmények

A dolgozatomban elvégzett elemzések eredményeiből az alábbi új tudományos eredmények állapíthatók meg:

1. A rostélyos keresztmetszetről, a hátfaggyú vastagságról, a P8-ról, a gluteus medius izom vastagságáról és a testfal vastagságáról készített ultrahangos felvételek ismételhetőségét nem befolyásolja sem a technikus, sem pedig az ismételt kiértékelés hatása. Ezzel szemben a fartájéki faggyúvastagság mérésének eredményeire a technikus szignifikáns hatást gyakorol.
2. A rostélyos keresztmetszet terület a 12/13. bordák között készített real-time ultrahangos felvételeken nagyobb megbízhatósággal becsülhető ($r = 0,96$; $P < 0,01$), mint a 11/12. bordák között ($r = 0,91$; $P < 0,01$).
3. A növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállításakor mért ultrahangos tulajdonságokból becsülhető azok tesztidőszak végére várható értékei többváltozós regressziós egyenletek segítségével. Az egyenletek megbízhatósága a magyar tarka fajta esetében a rostélyos keresztmetszet terület, a relatív rostélyos terület, a P8, a hátfaggyú vastagság, a fartájéki faggyúvastagság, a testfal vastagság, míg a charolais fajta esetén a relatív rostélyos terület és a gluteus medius izom vastagság tulajdonságoknál meghaladta az $R^2 = 0,45$ értéket.
4. A Magyarországon tenyésztett húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika-jelöltek ultrahanggal mért tulajdonságaira korrekciós egyenleteket dolgoztam ki, melyekkel elvégezhető azok azonos életkorra, vagy élősúlyra történő korrigálása az egyedek, illetve az apaállatok teljesítményének összehasonlíthatósága érdekében.
5. Charolais hízó bikák húskitermelési aránya (II.), életnapra jutó színhústermelése, vágott testjeinek csont- és színhús, valamint hús-csont aránya 600 és 700 kg-os súlyban történő vágáskor kedvezőbben alakul, mint 500 kg-os súlyban ($P < 0,01$; $P < 0,05$).
6. Az életkor, a vágáskori élősúly és az ultrahanggal mért tulajdonságok felhasználásával közepes-nagy pontossággal becsülhető a charolais hízó bikák húskitermelési aránya (II.), életnapra jutó színhústermelése, a meleg féltettek súlya, a színhús, a kivágott faggyú és az I. osztályú húsok mennyisége ($R^2 = 0,73-0,98$).

6. Az eredmények gyakorlati hasznosíthatósága

1. Real-time ultrahangos technika segítségével szarvasmarhákön a vágóértéket jellemző egyes tulajdonságok (rostélyos keresztmetszet terület, hátfaggyú vastagság, P8, fartájéki faggyúvastagság, gluteus medius izom vastagság, testfal vastagság) megfelelő ismételhetőséggel becsülhetők hazai körülmények között is. Vizsgálataim során bizonyosságot nyert, hogy a rostélyos keresztmetszet ultrahangos mérése megbízható és pontos. Az ultrahangos szakemberek felkészültsége a felvételek készítése és értékelése terén egyaránt elengedhetetlen. Javaslom a magyar szakemberek hazai együttműködését és külföldi továbbképzéseken való részvételét, amely biztosítja az ultrahangos vizsgálatok megfelelő ismételhetőségét, megbízhatóságát és pontosságát.
2. A hazai húshasznú magyar tarka és charolais tenyészbika-jelölteknel olyan becsló egyenleteket dolgoztam ki, amelyekkel a sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállításkor mért ultrahangos tulajdonságok segítségével becsülhetők azok tesztidőszak végére várható értékei. Ezen egyenletek alkalmazásával előszelektálhatóak a sajátteljesítmény-vizsgálatba történő beállítás előtt a legjobb ultrahangos eredményeket mutató egyedek.
3. A vizsgálatban szereplő húshasznú szarvasmarhafajták vágóértékének javítása más fontos tulajdonságok mellett a hazai tenyésztési programokban rendkívül fontos feladat. Valamennyi vizsgálatban szereplő tulajdonságra korrekációs egyenletet dolgoztam ki. Ezek segítségével az üzemi sajátteljesítmény-vizsgálat befejezését követően végzett minősítéskor lehetővé válik a különböző életkorú, élősúlyú egyedek ultrahangos paramétereinek azonos életkorra, élősúlyra történő korrigálása. Ezáltal rangsorolhatóvá válnak a tenyészbika-jelöltek a vágóértéket jellemző ultrahangos tulajdonságok alapján. Mindezek fölhasználhatók az ivadékteljesítmény-vizsgálat során is, hiszen az apaállatok ivadékaik teljesítménye alapján összehasonlításra kerülhetnek. A módszer segítségével a vágóértékre végzett szelekció olcsóbbá, hatékonyabbá tehető anélkül, hogy növelnénk a generációs intervallumot.
4. Charolais hízó bikák 600 és 700 kg-os vágáskori élősúlyban jobb húskitermelési arányt (II.) érnek el, vágott testjeik csont- és színhús, valamint hús-csont aránya kedvezőbb, mint ennél kisebb vágósúlyban. A mindenkori hizlalási költségek és a

termelői árak viszonya határozza meg, hogy a tenyésztők 600 vagy akár 700 kg-os végsúlyra hizlalva érhetik el a legkedvezőbb jövedelmezőséget. A vágóhidak számára is javasolható, hogy 600 kg fölötti élősúlyú charolais hízóbikákat vásároljanak, hiszen a vizsgált vágósúly intervallumon belül a vágósúly növekedésével javul a vágóérték, a faggyúsodás jelentős növekedése nélkül.

5. Az *in vivo* ultrahanggal – a hizlalás végén – megállapított adatok segítségével charolais hízóbikák vágóértéke közepes-nagy pontossággal becsülhető, amely minimális költségek mellett lehetővé teszi a vágóállatok objektív, mérőműszeres minősítését és annak a vágóállat árképzésében való felhasználását.
6. Hazai körülmények között is eredményesen mérhetőek alternatív ultrahangos tulajdonságok (gluteus medius izom vastagsága, testfal vastagság), amelyek az ultrahangos felvételeken kellő ismételhetőséggel mérhetők, és közepesen szoros kapcsolatban állnak bizonyos vágóértéket jellemző paraméterekkel. Ennek köszönhetően javíthatják – a nemzetközi gyakorlatban széles körben használt ultrahangos tulajdonságok mellett – a vágóértéket ultrahangos paraméterekből becsülő, előrejelző egyenletek pontosságának megbízhatóságát.

7. Összefoglalás

A húsmarhatenyésztés területén nagy hagyományokkal rendelkező országokban (USA, Kanada, Ausztrália, Új-Zéland) több tenyésztő szervezet beépítette az ultrahangos felvételeken alapuló méréseket a többlépcsős tenyészérték-becslésbe. Számos tanulmány bizonyítja, hogy a real-time ultrahangos (RTU) technikával gyűjtött adatok tenyésztési programokban történő felhasználásával fejleszthető a szarvasmarhák hústermelő képessége, in vivo becsülhető a hízómarhák vágóértéke, illetve előre jelezhető a vágásérettség elérésének időpontja. Ezek az előnyök hozzájárulhatnak a vágómarha-előállítás jövedelmezőségének jelentős javulásához nemcsak külföldön, hanem hazánkban is. Az ultrahangos technika magyarországi húsmarhatenyésztési programokba történő bevezetése előtt azonban a legjelentősebb genotípusok ultrahanggal mért tulajdonságainak alaposabb megismerése szükséges. A vágóérték és az ultrahanggal mért tulajdonságok közötti kapcsolatok feltárásához elengedhetetlen a próbavágások elvégzése és a vágási, csontozási eredmények elemzése.

A dolgozat célkitűzései között olyan kutatási területek szerepeltek, melyekkel felmérhetők a real-time ultrahangos technika hazai húsmarhatenyésztésben való alkalmazásának lehetőségei.

Módszertani vizsgálatokkal az ultrahangos felvételek kiértékelésének ismételtetését elemeztem. A vizsgálatok egyrészt a széles körben használt ultrahangos tulajdonságokra (rostélyos keresztmetszet területe – ROT, hátfaggyú vastagság – HFAG, fartájéki bőr alatti faggyúvastagság ausztrál és amerikai protokoll szerint – P8 és FTF), másrészt alternatív tulajdonságokra (gluteus medius izom vastagság – GMV, testfal vastagság – TFV) is kiterjedtek. A felvételek értékelését két technikus, két ismétlésben végezte el. Az ismételtetés értékelése a Pearson-féle korrelációs együttható, az átlagos négyzetes eltérés négyzetgyöke (RMSE) és a szórás hibájának kiszámításával történt. Megállapítottam, hogy sem a technikus személye, sem az ismételt kiértékelés nem befolyásolja a ROT, a HFAG, a P8, a GMV és a TFV értékeit az ultrahangos felvételek elemzése során ($P < 0,01$). Ugyanakkor a fartájéki faggyúvastagság tulajdonságnál a technikus már hatással van a mért értékekre ($P < 0,01$). Ugyanazon technikusok ismételt méréseinek hasonló középértékei, az átlagérték hibájának csekély nagysága, a mérések között számított szoros pozitív korrelációk, valamint az alacsony RMSE és ESD értékek

arra engednek következtetni, hogy elegendő egyszer értékelni az ultrahangos felvételeket. Ugyanakkor hangsúlyozni kell a kellő gyakorlat megszerzését, ami nemcsak a felvételek értékelésekor, hanem azok elkészítésekor is rendkívül fontos. Javasolom továbbá az ultrahangos szakemberek együttműködésének szorosabbá tételét, a szakmai tapasztalatcserét, az ún. „szemegyezettető tréningek” megszervezését a vizsgálatok precíz elvégzése érdekében.

Az real-time ultrahangos technika megbízhatóságáról is rendkívül fontos meggyőződni, ezért tűztem ki célként, hogy a rostélyos keresztmetszet terület 11/12. és 12/13. bordák közötti ultrahangos mérésének megbízhatóságát elemezzem. Az állatok ultrahangos vizsgálata azok vágása előtti napon a hizlalást végző üzemben történt. A féltettek nyegedelését követően, a rostélyos keresztmetszeti képének körvonalait fólia lapon rögzítettem. Majd a rostélyos keresztmetszet területét mindkét anatómiai ponton planiméterrel határoztam meg. Arra a megállapításra jutottam, hogy a vágott testen és az ultrahanggal in vivo megállapított rostélyos terület értékek között nem mutatható ki statisztikailag igazolható különbség ($P > 0,05$). A 11/12. bordaközben $r = 0,91$, míg a 12/13. bordák között $r = 0,96$ korrelációs együtthatót állapítottam meg a vágott testen mért, illetve az ultrahanggal becsült értékek között ($P < 0,05$). A 12/13. bordák között mért ultrahangos értékek jóval kisebb mértékben tértek el (2,16%) a vágott testen mért értékektől, mint a másik anatómiai pont esetében (5,30%). Ugyanakkor kijelenthető, hogy a kétféle módon meghatározott rostélyos keresztmetszet terület értékei közötti eltérések nagyjáa nem függ össze a vágott testen megállapított, valós ROT értékével egyik vizsgálati módszernél sem ($P < 0,05$). A 12/13. bordák között készített felvételeken jobb megbízhatósággal becsülhető a ROT nagysága, ezért a gyakorlatban ezt a mérési pontot javasolom alkalmazni.

Az ultrahangos mérés technika hazai tenyésztési programokba való beépítését elősegítve tenyészbika-jelöltek ultrahangos paramétereiről gyűjtöttem adatokat az üzemi sajátjeljesítmény-vizsgálat alatt. Ennek megfelelően két hazánkban jelentős húsmarhafajta (húshasznú magyar tarka, charolais) nemzetközi gyakorlatban széleskörűen alkalmazott, valamint alternatív ultrahangos mérési tulajdonságairól gyűjtöttem adatokat. A kapott eredmények alapján értékeltem a sajátjeljesítmény-vizsgálat elején és végén mérhető ultrahangos tulajdonságok közötti kapcsolatot. Regresszió analízis segítségével becsültem a sajátjeljesítmény-vizsgálat végén várható

ultrahangos adatokat a beállításkor mért adatokból. A becslő egyenletek determinációs együtthatója a magyar tarka fajta esetében a ROT, Rel. ROT, P8, HFAG, FTF, TFV, míg a charolais fajta esetén a Rel. ROT és a GMV tulajdonságoknál elérte, vagy meghaladta az $R^2 = 0,45$ értéket. Az egyenletek az alacsony-közepes megbízhatóságuk ellenére, segítséget nyújthatnak a megfelelő pedigrével és küllemmel rendelkező borjak sajátjeljesítmény-vizsgálatba történő beállítása előtt azok előszelekciójának elvégzéséhez ultrahanggal megállapított adatok alapján. Mindkét fajta esetében meghatároztam az STV alatt havi rendszerességgel végzett ultrahangos mérések során gyűjtött adatokból az egyes ultrahangos tulajdonságok között fennálló összefüggéseket. Ezt követően az STV során mért adatok korrigálását lehetővé tevő egyenleteket hoztam létre, melyek illeszkedése $R^2 = 0,33-0,83$ között változott. Emiatt az egyenleteket kellő körültekintéssel célszerű alkalmazni, illetve a megbízhatóság növelése céljából további vizsgálatok szükségesek.

Az előbbi témához szorosan kapcsolódva – részben adatot szolgáltatva a további vizsgálatokhoz – arra kerestem a választ, hogy a vágósúly növekedésével milyen változások figyelhetők meg a charolais hízó bikák hústermelő képességében. Ehhez három különböző súlyban (500-600-700 kg), csoportonként 7-7 egyedet vágunk le ($n = 21$). Vizsgálataim során arra kerestem a választ, hogy a vágósúly milyen módon befolyásolja az állatok hízekonyságát, vágási, csontozási eredményeit. A vizsgálat összegzéseként megállapítható, hogy a charolais hízó bikák nagy súlyra történő hizlaláskor is képesek napi mintegy 1 400 g súlygyarapodást elérni. Az 500 kg-os súlyban vágott hízó bikák húskitermelési aránya jelentősen elmaradt a nagyobb súlyú csoportokétól ($P < 0,01$). Az EUROP minősítési rendszer szerint az izmoltságban a csoportok átlaga között nem volt kimutatható szignifikáns különbség, a vágott testeket átlagosan „U⁰” kategóriába sorolták. A nagy súlyú csoport „2⁺”-os faggyúborítottságával faggyúsabbnak bizonyult a két kisebb súlykategóriánál ($P < 0,05$). Ezzel szemben a vesefaggyú és a csontozás során kitermelt faggyú arányában már nem volt eltérés. A négy lábvég és a bőr aránya alacsonyabb volt 600 kg fölötti súlyban. A csont arányában (a meleg féltettek súlyához viszonyítva) és a hús:csont arányban is hasonló tendencia figyelhető meg ($P < 0,01$). A hízó bikák 600 kg-os súly fölött mutatnak igazán jó színhúsarányt ($P < 0,05$). A gyakorlatban a közgazdasági környezet szabhatja meg, hogy érdemes-e 600 kg fölötti végsúlyra hizlalni a bikákat.

A tenyész- és hízóállatok testösszetételének élő állapotban történő megállapítása céljából az ultrahanggal megállapított tulajdonságok és a vágóérték közötti összefüggések értékelését tűztem ki végső célként. Ennek érdekében az előbbi vizsgálatban szereplő charolais hízóbikák vágását megelőzően végzett ultrahangos vizsgálati eredményeit, valamint vágási, csontozási eredményeit használtam fel. Az ultrahanggal mért adatok segítségével a vágóérték becslésére szolgáló egyenleteket hoztam létre. A becslés pontosságának javítása érdekében alternatív ultrahangos tulajdonságokat is bevontam (GMV, TFV) a legfontosabb vágóértéket jellemző paraméterek becslését szolgáló egyenletekbe. Kiszámítottam az in vivo ultrahangos tulajdonságok és a vágóértéket jellemző egyes tulajdonságok korrelációs együtthatóit. Megállapítható, hogy a stepwise lineáris regressziós módszerrel létrehozott becslő egyenletekkel ultrahangos paraméterekből közepes-nagy pontossággal becsülhető a charolais hízóbikák húskitermelési aránya (II.), az életnapra jutó színhústermelése, a meleg féltetek súlya, a színhús és az I. osztályú húsok mennyisége ($R^2 = 0,81-0,98$). A becslő egyenletek alkalmasak – a szerkesztésükhöz felhasznált értéktartományon belül – élő állaton bizonyos vágási, csontozási mutatók előrejelzésére, amely lehetővé teszi az érték alapú vágóállat minősítést és árképzést. Természetesen szükséges további, nagyobb állatlétszámmal végzett vizsgálatok elvégzése a fontosabb húsmarhafajtáknál a megfelelő becslési pontosság elérése érdekében.

Dolgozatommal a real-time ultrahangos technika felhasználási lehetőségeit mutatom be a magyarországi húsmarha ágazat számára. A fenti kérdések megválaszolása során az általam megállapított eredményeket, következtetéseket a hazai, illetve a nemzetközi szakirodalomban szereplő eredményekkel vetem össze.

8. Summary

Many beef producing organizations in countries with long traditions of beef cattle breeding (the USA, Canada, Australia, New-Zealand) have introduced ultrasound measurements into their multi-stage type breeding value estimation. Numbers of studies prove that the meat producing ability of beef cattle, their in-vivo slaughter value assessment and the forecasting of the time of reaching optimal slaughter weight can significantly be improved when breeders make use of data collected with real-time ultrasound (RTU) technology in their breeding programs. Like in international countries, these advantages can considerably improve the profitability of beef cattle breeding in our country as well. The introduction of ultrasound technology into beef cattle breeding programs in Hungary has to be preceded by thorough ultrasound analyses of the genetic traits of the major genotypes. For the clarification of the relationship between slaughter value and ultrasound measurements, numbers of “test slaughtering” have to be carried out and followed by the analysis of their slaughter and de-boning results.

The dissertation has such research areas in its focus that can help to assess the potentials of the application of real-time ultrasound technology in beef cattle breeding in Hungary.

Methodological investigations of the repeatability of the ultrasound image interpretation was carried out. The research involved the analyses of the widely used ultrasound traits (ribeye area [ROT], backfat thickness [HFAG], rump fat thickness [FTF], P8, and the alternative traits (gluteus medius muscle depth [GMV], body wall thickness [TFV]). The images were interpreted by ultrasound technicians in two replications. The repeatability was evaluated by calculating Pearson-correlation coefficient, root mean squared errors (RMSE) and the error standard deviation (ESD). It was concluded that in the ultrasound image interpretation process neither the self of the technician nor the repeated interpretations had any influence on the values of the ribeye area, the backfat thickness, P8, gluteus medius depth and the body wall thickness ($P < 0.01$). On the rump fat measurement (FTF) values ($P < 0.01$), however, the technician's person did have an influence ($P < 0.01$). The similarity of the mean values of the repeated measurements by the same technician persons, the immaterial size of the mean value errors, the close and positive correlation between the measurements and the low RMSE and ESD values lead

us to the conclusion that it is sufficient to carry out just one time interpretation of the ultrasound images. Expertise, however, is of extreme importance not just in the interpretation, but also in the capturing of the images. It is also recommended that specialists should cooperate more closely, there should be exchanges of experience between them, and they should participate in “collating” image interpretation trainings so the precision of the investigations can be improved.

The accuracy of the RTU technology is also of great significance, therefore the accuracy of the ultrasound measurements of the ribeye area between 11/12nd and 12/13th ribs was examined. The images were captured in the feeder farm on the day prior to slaughtering. After the halves had been quartered, the outline of ROT was assessed by tracing the muscle boundaries onto a piece of clear plastic sheet. The ribeye area was defined on both anatomic points by a planimeter. No statistically proven differences between the ribeye area values measured on the carcass and the values of the in-vivo ultrasound measurements was identified ($P < 0.05$). Between the 11/12nd ribs correlation coefficient $r = 0.91$, while between ribs 12/13 $r = 0.96$ was established between the values measured on the carcass and those taken by in vivo ultrasound capturing ($P < 0.05$). In the case of ribeye area measurements between the 12/13th ribs, there were considerably smaller differences found between the values of the ultrasound measurements and the values measured on the carcass (2.16%) as compared to those established for the previous anatomic point (5.30%). It can be concluded, however, that the measure of the ribeye area values established by the two different methods is in neither of the methods related to the real ROT values measured on the carcass ($P < 0.05$). The measure of ribeye area can be estimated with a higher degree of accuracy in images captured between ribs 12/13, which means that in practice this measurement point is recommended to be used.

To forward the case of homeland introduction of real-time ultrasound technology into the breeding programs, ultrasound data during the performance test of young seedstock bulls was collected. Two beef cattle breeds were evaluated, important in Hungary (the Hungarian Simmental and Charolais beef cattle), in order to gain data on their widely used and on alternative ultrasound traits. Based on the data gathered, the relationship between the ultrasound traits measured at the initial and at the final stage of the performance tests was evaluated. For the estimation of the ultrasound traits at the final

stage from those measured at the start point of the performance test regression analysis was used. The coefficients of determination of the estimating equation for the Hungarian Simmental and Charolais breeds were as high as or higher than $R^2 = 0.45$ in terms of ROT, Rel. ROT, P8, HFAG, FTF, TFV for the Hungarian Simmental breed, and in terms of Rel. ROT and GMV for the Charolais breed. Despite their lower-medium degree of accuracy, the equations can facilitate the pre-selection of the young bulls for own performance testing on the basis of ultrasound image data. Relying on the ultrasound data measured regularly every month during the performance test, the relationship between the individual ultrasound traits for both of the examined breeds was determined. Subsequently, equations with fit between $R^2 = 0.33-0.83$ were created to facilitate the correction of the data established by the performance test. Equations, therefore, are to be used with due care, and, if necessary, further examinations are recommended to be taken to increase accuracy.

With close relevance to the topic outlined above, I was aiming to identify the changes that take place in the meat producing ability of the Charolais young bulls with increasing their slaughter weight. Three weight groups (500-600-700 kg) with seven animals in each one were slaughtered ($n = 21$). I examined the effect of the slaughter weight on the animals' growth performance, on their slaughter and de-boning results. It was concluded that Charolais fattening bulls can produce 1 400 g daily weight gains even when heavy weight endpoints are to be achieved. The killing out percentage results of the fattening bulls in the 500 kg group significantly underscored the results of the bulls in the groups with higher weight ($P < 0.01$). The average values of muscle development in the three weight groups did not significantly differ as long as EUROP quality standards are concerned; the carcasses were classified "U" grade. The "2⁺" grade fat cover of the heavy weight group proved to be fatter than the two lighter weight groups ($P < 0.05$). There were no differences, however, in terms of the ratio between kidney fat and de-boning fat content. The ratio between four leg ends and skin was more favorable for the animals of weight over 600 kg. Similar tendencies were identified in terms of the proportion of the bones (compared to the warm weight of the halves) and in terms of the lean meat-bone ratio ($P < 0.01$). Lean meat ratio becomes really favourable in fattening bulls over 600 kg weight ($P < 0.05$). In practice, though, it is the economic environment that will eventually decide whether fattening of bulls to weight endpoints over 600 kg is profitable.

In order to determine the body composition of the breeding and fattening animals, the relationship between the ultrasound measurements and the slaughter value was examined. In the examination it was relied on the ultrasound data and on the slaughter test data of the Charolais breed. The ultrasound data served as a source of the equations that were produced to estimate the slaughter value. To improve the accuracy of the estimations, alternative ultrasound measurements (gluteus medius depth, body wall thickness) were added in the equations produced for the assessment of the most important slaughter value parameters. Correlation coefficients between the in-vivo ultrasound measurements and the slaughter value parameters were calculated. It was found, that the estimating equations produced by the stepwise linear regression method are suitable to provide medium-high precision estimates of the killing out percentage (II), net carcass gain, the warm weight of the halves, and the volume of the lean meat and 1st class cuts ($R^2 = 0,81-0,98$) of the Charolais young bulls. Within the range of the values used, the estimating equations are suitable for forecasting certain slaughter and de-boning parameters of the live animals, which facilitates the value based classification of the slaughter animals and market price calculation. Further examinations of more numbers of animals are needed to be able to produce such estimating equations that can be applied to the whole sector of the most important beef cattle breeds.

Answering the questions raised above, my research results were compared with existing relevant sources of the international and national literature. The dissertation is an attempt to facilitate the introduction of some potential uses of real-time ultrasound technology into the beef cattle sector in Hungary.

9. Irodalomjegyzék

1. AAA (2012): American Angus Association. Elérhetőség: <http://www.angus.org/Performance/Ultrasound/PerfBreederProtocol.aspx>. (Letöltve: 2012.10.20.).
2. AGA (2012): American Gelbvieh Association. Elérhetőség: <http://www.gelbvieh.org/education/siresummary.html#Genetic%20Trends>. (Letöltve: 2012.10.25.).
3. AHA (2012): American Hereford Association. Elérhetőség: <http://hereford.org/seedstock/ultrasound>. (Letöltve: 2012.10.25.).
4. AICA (2012): American-International Charolais Association - Charolais National Cattle Evaluation. Elérhetőség: <http://www.charolaisusa.com/pdf/2012/12-21/Heritability%20and%20Genetic%20Correlations.pdf>. (Letöltve: 2012.10.02.).
5. Albertí, P. – Panea, B. – Sañudo, C. – Olleta, J.L. – Ripoll, G. – Erbjerg, P. – Christensen, M. – Gigli, S. – Failla, S. – Concetti, S. – Hocquette, J.F. – Jailler, R. – Rudel, S. – Renand, G. – Nute, G.R. – Richardson, R.I. – Williams, J.L. (2008): Live weight, body size and carcass characteristics of young bulls of fifteen European breeds. *Livestock Science* 114. pp. 19-30.
6. Arnold, J.W. – Bertrand, J.K. – Benyshek, L.L. – Ludwig, C. (1990): Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 69., 985. p.
7. ASA (2012): American Simmental Association. Elérhetőség: <http://simmental.org/site/>. (Letöltve: 2012.10.26.).
8. Augustini, C. – Branscheid, W. – Schwarz, F.J. – Kirchgessner, M. (1993): Growth specific alterations of carcass quality of fattening cattle of German Simmentals: IV. Influence of feeding intensity and slaughter weight on the coarse tissue composition of steer carcass. *Fleischwirtsch.* 73., pp. 1058-1065.
9. Balika S. – Somogyi S. (1971): A száraz takarmánykeverékkel hizlalt magyartarka növendék hízóbikák hizlalási és vágási eredményei. *Állattenyésztés.* 20. 2. 109-120.
10. Barber, K.A. – Wilson, L.L. – Ziegler, J.H. – LeVan, P.J. – Watkins, J.L. (1981): Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight. I. Effects of slaughter weight and diet energy density on carcass traits. *J. Anim. Sci.* 52., pp. 218-231.
11. Bárczy G. – Boda I. – Gondolovics L. (1963): Magyartarka x charolais F1 és magyar tarka növendékbikák összehasonlító hizlalása. *Állattenyésztés.* 12. 4., pp. 297-315.
12. Bartoň, L. – Řehák, D. – Teslík, V. – Bureš, D. – Zahrádková, R. (2006): Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls. *Czech J. Anim. Sci.* 51. 2., pp. 47-53.
13. Basarab, J.A. – Brethour, J.R. – ZoBell, D.R. – Graham, B. (1999): Sorting feeder cattle with a system that integrates ultrasound backfat and marbling estimates with a model that maximizes feedlot profitability in value-based marketing. *Can. J. Anim. Sci.* 79., pp. 327-334.

14. Basarab, J.A. – Milligan, D. – McKinnon, J.J. – Thorlakson, B.E. (1997): Potential use of video imaging and real-time ultrasound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. *Can. J. Anim. Sci.* 77., pp. 385-392.
15. Bene Sz. – Fekete Zs. – Fördös A. – Wagenhoffer Zs. – Polgár J.P. – Szabó F. (2009a): Különböző genotípusú növendék vágómarhák növekedés, vágóértéke és húsminősége. 2. közlemény: A vágott test összetétele és minősége. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 58. 2., pp. 129-145.
16. Bene Sz. – Fekete Zs. – Fördös A. – Füller I. – Kiss B. – Rádli A. – Török M. – Wagenhoffer Zs. – Polgár J. P. – Szabó F. (2009b): Különböző genotípusú növendék vágómarhák növekedés, vágóértéke és húsminősége. 1. közlemény: Hizlalási és vágási eredmények. *58.*, pp. 23-40.
17. Béres P. (1990): Charolais fajta tenyésztési koncepciója, jelene és jövője. In: *Szarvasmarha-tenyésztési Tanácskozás. Balatonaliga. 1990. február 27-28.*
18. Berg, R. T. – Butterfield, R.M. (1976): *New concepts of cattlegrowth (1st Ed.).* Sydney University Press. Sydney.
19. Bergen, R.D. – Miller, S.P. – Wilton, J. W. – Mandell, I.B. (2006): Genetic correlations between live yearling bull and steer carcass traits adjusted to different slaughter end points. 2. Carcass fat partitioning. *J. Anim. Sci.* 84., pp. 558-566.
20. Bergen, R.D. – Miller, S.P. – Mandell, I.B. – Robertson, W.M. (2005): Use of live ultrasound, weight and linear measurements to predict carcass composition of young beef bulls. *Can. J. Anim.Sci.* 85., pp. 23-35.
21. Bergen, R.D. – Crews, D.H. – Miller, S.P. – McKinnon, J.J. (2003): Predicting lean meat yield in beef cattle using ultrasonic muscle depth and width measurements. *Can. J. Anim. Sci.* 83., pp. 429-434.
22. Bergen, R.D. – McKinnon, J.J. – Christensen, D.A. – Kohle, N. – Belanger, A. (1997): Use of real time ultrasound of evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. *J. Anim. Sci.* 75., pp. 2300-2307.
23. Bertrand, J.K. (2002): Use of live ultrasound carcass measures in carcass evaluation of beef cattle. In: *Proc. 34th Beef Improv. Fed. Ann. Res. Symp. Annu. Mtg., Omaha, NE,* pp. 128-134.
24. Bodó I. (2005): A húsmarhatenyésztés története. In: *Húsmarhatenyésztés. Szerk. Szabó F., Mezőgazda Kiadó, Budapest,* 15 p.
25. Bodó I. – Dohy J. – Hajas P. – Keleméri G. (1985): *Húsmarhatenyésztés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest,* pp. 72-76.
26. Bozó S. (1993): A hazai szarvasmarhafajták hústermelési értékei. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 42. 1. 314. p.
27. Bozó S. – Kovács I. – Kollár N. – Rada K. (1989): Előzetes beszámoló különböző húsfajták és keresztezéseik legfontosabb hústermelési eredményeiről. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 38. 6., pp. 503-510.
28. Brethour, J.R. (1994a): Technology to implement quality into beef production. *Kansas State Agricultural Experimental Reports of Progress.* 706., 13. p.
29. Brethour, J.R. (1994b): Estimating marbling score in live cattle from ultrasound images using pattern recognition and neural network procedures. *J. Anim. Sci.* 72., pp. 1425-1432.

30. Brethour, J.R. (1992): The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. *J. Anim. Sci.* 70., pp. 1039-1044.
31. Brethour, J.R. (1991): Sorting feedlot cattle for more profitable marketing. *Kansas State Agricultural Experimental Reports of Progress.* 627., 12. p.
32. Brethour, J.R. (1990): Relationship of steer feedlot performance to ultrasound-measured backfat thickness. *Kansas State Agricultural Experimental reports of Progress* 597., 31. p.
33. Brown, Jr, A.H. – Chewning, J.J. – Johnson, Z.B. – Loe, W.C. – Brown, C.J. (1991): Effects of 84-, 112- and 140-day postweaning feedlot performance tests for beef bulls. *J. Anim. Sci.* 69. pp. 451-461.
34. Brungart, V.H. (1972): Efficiency and profit differences of Angus, Charolais and Hereford cattle varying in size and growth. Feed efficiency and total feed requirement during the feedlot phase to reach choice grade. *Univ. of Wisconsin, Madison*
35. Bullock, K.D. – Bertrand, J.K. – Benyshek, L.L. – Williams, S.E. – Lust, D.G. (1991): Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. *J. Anim. Sci.* 69. 3908. p.
36. Byers, F.M. – Cross, H.R. – Schelling, G.T. (1988): Integrated nutrition, genetics, and growth management programs for lean beef production. In: *Designing Foods, Animal Product Options in the Marketplace.* National Research Council (Editor), National Academy Press, Washington D.C., USA, pp. 283-291.
37. Cadavez, V. – Teixeira, A. – Delfa R. – Matos, S. (2000): Prediction of carcass composition in vivo by slaughter weight and ultrasound measurements in Churro Galego Bragançano local breed lambs. In: *Book of Abstract No. 6 of 51th Annu. Meet. Eur. Assoc. Anim. Prod., The Hague, The Netherlands.* Wageningen Press, Wageningen, the Netherlands, 296. p.
38. Cameron, N.D. – Bracken, J. (1992): Selection for carcass lean content in a terminal sire breed of sheep. *Anim. Prod.* 54., pp. 379-388.
39. Cassens, R.B. (1999): Contribution of meat to human health. *Proc. Int. Cong. Meat Sci. Tech., Yokohama, Japan,* pp. 642-648.
40. Chambaz, A. – Scheeder, M.R.L. – Kreuzer, M. – Dufey, P.A. (2003): Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. *Meat Sci.* 63., pp. 491-500.
41. Chambaz, A. – Morel, I. – Scheeder, M.R.L. – Kreuzer, M. – Dufey, P.A. (2001a): Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at target level of intramuscular fat. I. Growth performance and carcass quality. *Arch.Tierzucht.* 44. 4., pp. 395-411.
42. Chambaz, A. – Kreuzer, M. – Scheeder, M.R.L. – Dufey, P.A. (2001b): Characteristics of steers of six beef breeds fattened from eight months of age and slaughtered at target level of intramuscular fat. I. Meat quality. *Arch.Tierzucht.* 44. 4., pp. 473-488.
43. Charolais International (2012): Elérhetőség: http://www.Charolais-International.com/presentation_en.htm. (Letöltve: 2012.07.09.).

44. Cochran, W.G. – Cox, G.M. (1957): *Experimental Design* (2nd Ed.). John Wiley & Sons, New York.
45. Coleman, S.W. – Evans, B.C. – Guenther, J.J. (1993): Body and carcass composition of Angus and Charolais steers as affected by age and nutrition. *J. Anim. Sci.* 71., pp. 86-95.
46. Corah, L.R. (2008): ASAS Centennial Paper: Development of corn-based beef industry. *J. Anim. Sci.* 86., pp. 3635-3639.
47. Crews, D.H. – Pollak, E.J. – Quaas, R.L. (2004): Evaluation of Simmental carcass EPD estimated using live and carcass data. *J. Anim. Sci.* 82., pp. 661-667.
48. Crews, D.H. – Pollak, E.J. – Weaber, R.L. – Quaas, R.L. – Lipsey, R.J. (2003): Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. *J. Anim. Sci.* 81., pp. 1427-1433.
49. Crews, D.H. – Shannon, N.H. Jr. – Crews, R.E. – Kemp, R.A. (2002): Weaning, yearling, and preharvest ultrasound measures of fat and muscle area in steers, bulls, and heifers. *J. Anim. Sci.* 80., pp. 2817-2824.
50. Crews, D.H. – Kemp, R.A. (2001): Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. *J. Anim. Sci.* 79., pp. 3008-3020.
51. Cundiff, L.V. – Szabó, F. – Gregory, K.E. – Koch, R.M. – Dikeman, M.E. – Crouse, J.D. (1993): Breed comparisons in the Germplasm Evaluation Program at MARC. In: *Proc. Beef Improv. Fed. Ann. Res. Sym. and Ann. Mtg.*, pp. 124-136.
52. Davis, K.C. – Tess, M.W. – Kress, D.D. – Doornbos, D.E. – Anderson, D.C. (1994): Life Cycle Evaluation of Five Biological Types of Beef Cattle in a Cow-Calf Range Production System: II. Biological and Economic Performance. *J. Anim. Sci.* 72., pp. 2591-2598.
53. Devitt, C.J.B. – Wilton, J.W. (2001): Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. *J. Anim. Sci.* 79., pp. 2790-2797.
54. Devitt, C.J.B. – Wilton, J.W. (2000): Genetic correlations between yearling bull ultrasound measurements and finished steer carcass measurements. *J. Anim.Sci.* 78 (suppl.), pp. 57-58.
55. Dikeman, M.E. – Cundiff, L.V. – Gregory, K.E. – Kemp, K.E. – Koch, R.M. (1998): Relative contributions of subcutaneous and intermuscular fat to yields and predictability of retail product, fat trim, and bone in beef carcasses. *J. Anim Sci.* 76., pp. 1604-1612.
56. Dixon, S. – Teeter, R. – Bahr, R. – Powell, K. (2000): Using ultrasound to predict breast yield and abdominal fat weight in broiler breeder hens. *Poultry Sci.* 79. 1., pp. 58-59.
57. Dobrowolsky, A. – Höreth, R. – Branscheid, W. (1993): Apparative Klassifizierung von Schweinehälften. *Kulmbacher Reiche*, 12. pp. 1-26.
58. Dohy J. (1999): *Genetika állattenyésztőknek*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
59. Domokos Z. (2011): A hazai charolais szarvasmarha állomány típusainak és érékmérő tulajdonságainak elemzése. Doktori (PhD) értekezés, Gödöllő.

60. Domokos Z. – Török M. – Szentléleki A. – Bujdosó M. – Tózsér J. (2008): Az ellési időszak és a génerány hatása charolais tenyészbika-jelöltek üzemi sajátjeljesítmény-vizsgálati eredményeire. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 57. 6., pp. 507-522.
61. Domokos Z. – Tózsér J. (2004) (Szerk.): *Küllemi bírálati szabályzat*. Magyar Charolais Tenyésztők Egyesülete. Euro Team Studio Bt.
62. Domokos Z. – Tózsér J. – Bujdosó M. – Zándoki R. – Szentléleki A. (2002): A nemzetközi kapcsolatok jelentősége a hazai charolais állomány nemesítési módszereinek fejlesztésében. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 51. 5., pp. 549-553.
63. Duello, D.A. – Rouse, G.H. – Wilson, D.E. (1990): Real-time ultrasound as a method to measure ribeye area, subcutaneous fat cover and marbling in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 68. 240. p.
64. EC (2012): *Prospects for Agricultural Markets and Income in the EU 2012-2020*. European Commission. Brussels
65. Ender B. – Nürnberg, G. – Ender, K. – Szűcs E. (2001): Hegyitarka és holstein-fríz növendék hízóbikák minőségének összehasonlítása növekedésük során. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 50. 4., pp. 317-332.
66. Evans, J.L. – Golden, B.L. – Bailey, D.R.C. – Gilbert, R.P. – Green, R.D. (1995): Genetic parameters estimates of ultrasound measures of backfat thickness, loin eye muscle, and gray shading score in Red Angus cattle. *J. Anim. Sci.* 73. 1., 300. p.
67. Fisher, A.V. (1990): A review of factors affecting composition in cattle. In: *Ann. Meet. of EAAP*. Toulouse, C. 3a. 1.
68. France Génétique Élevage (2010): *Statistic outline of French genetic organisation 2008*. Elérhetőség: www.france-genetique-elevage.fr. (Letöltve: 2012.11.15.).
69. FVM (2003): 76/2003. (VII.4) FVM rendelet a vágómarhák vágás utáni minősítéséről és a hasított féltestek kereskedelmi osztályba sorolásáról szóló 14/1998. (IV.3) FM rendelet módosításáról.
70. Gábor Gy. (2005): *Képkalkotó eljárások szaporodásbiológiai felhasználása*. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 54. 5., pp. 504-515.
71. Golden, B. L. – Garrick, D. J. – Benyshek, L. L. (2009): Milestones in beef cattle genetic evaluation. *J. Anim. Sci.* 87. E3-E10.
72. Gombácsi P. – Bozó S. – Dunay A. – Deák M. – Rada K. – Tarján P. (1982): Különböző genotípusú vágómarhák vágási tulajdonságainak és minősítési adatainak alakulása. *Az Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóközpont Közleményei*. Gödöllő. 137-140.
73. Greiner, S.P. – Rouse, G.H. – Wilson, D.E. – Cundiff, L.V. – Wheeler, T.L. (2003a): The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 81., pp. 676-682.
74. Greiner, S.P. – Rouse, G.H. – Wilson, D.E. – Cundiff, L.V. – Wheeler, T.L. (2003b): Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. *J. Anim. Sci.* 81., pp. 466-473.

75. Greiner, S.P. – Rouse, G.H. – Wilson, D.E. – Cundiff, L.V. – Wheeler, T.L. (2003c): Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 81., pp. 1736-1742.
76. Greiner, S.P. (2002): Beef cattle breeds and biological types. Virginia Cooperative Extension Publication 400-803. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg. Gresham, J.D. (2004): International study guide. Pie Medical, pp. 1-24.
77. Greiner, S.P. (1997): The use of real-time ultrasound and live animal measurements to predict carcass composition in beef cattle. Ph.D. Thesis. Iowa State Univ., Ames.
78. Griffin, D. B. – Savell, J. B. – Recio, H.A. – Garrett, R.P. – Cross, H.R. (1999): Predicting carcass composition of beef cattle using ultrasound technology. *J. Anim. Sci.* 77., pp. 889-892.
79. Guba S. – Stefler J. – Wolf Gy. (1977): A hegyi tarka mint húsmarha. 24. 4., pp. 289-298.
80. Hajas P. (1984): A marhahústermelés fejlesztése IV. A biológiai típusok, végtermék-előállító hímvonalak és szintetikus populációk kialakításának külföldi modelljei. *Vágóállat és Hústermelés.* 14. 12., pp. 21-29.
81. Hajas P. (1982): A végtermék-előállító keresztezések szerepe a marhahústermelés növelésében. *Vágóállat és Hústermelés.* 12. 5., pp. 8-16.
82. Harangi S. – Béri B. – Gazdóf K. – Czeglédi L. (2008): Különböző genotípusú növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálat alatti teljesítményének értékelése. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia.* Gödöllő, 4. 2., pp. 128-136.
83. Hartjen, P. – Preisinger, R. – Ernst, E. (1993): Prediction of bovine carcass composition. I. Prediction of carcass composition of live cattle using ultrasonic measurements and at carcass size using additional traits. *Archiv für Tierzucht.* 36. 3-4., pp. 315-324.
84. Hassen, A. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. – Trenkle, A. – Willham, R.L. – Beliele, D. – Crawley, C. – Iiams, J.C. (2001): Evaluation of ultrasound measurement of fat thickness and ribeye area, II. Repeatability of measurements. Leaflet R1330, Iowa State Univ.
85. Hassen, A. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. (1999): Evaluation of carcass, live and real-time ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age endpoints on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. *J. Anim. Sci.* 77., pp. 283-290.
86. Hassen, A. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. – Trenkle, A.H. (1998): Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. *Can. J. Anim. Sci.* 78. 3., pp. 277-285.
87. Herring, W.O. – Kemp, D. (2001): The use of ultrasound technology in genetic selection decisions. In: *Proceedings of The Range Beef Cow Symposium XVII.* Casper, Wyoming.
88. Herring, W.O. – Miller, D.C. – Bertrand, J.K. – Benyshek, L.L. (1994a): Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures

- of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, 72., pp. 2216-2226.
89. Herring, W.O. – Williams, D.C. – Bertrand, J.K. – Benyshek, L.L. – Miller, D.C. (1994b): Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail product weight, and trimmable fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72. pp. 1107-1118.
 90. Hetzer, H.O. – Zeller, J.H. – Hankins, O.P. (1956): Carcass yields as related to live hog probes at various weights and locations. *J. Anim. Sci.* 15. 257-270.
 91. Holló G. – Somogyi T. – Anton I. – Holló I. (2010a): Különböző fajtájú növendékbikák hízekonyságának és vágóértékének összehasonlítása. 2. Közlemény: Csontozási eredmények. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 59. 2-3., pp. 109-119.
 92. Holló G. – Somogyi T. – Anton I. – Holló I. (2010b): Különböző fajtájú növendékbikák hízekonyságának és vágóértékének összehasonlítása. 3. közlemény: Húsminőség: intramuszkuláris zsírtartalom – zsírsavösszetétel. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 59. 2-3., pp. 121-138.
 93. Holló I. – Holló G. (2009): Minőségi marha-előállítás tenyésztési és technológiai kérdései. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia.* 5. 4., pp. 12-20.
 94. Holló G. – Seregi J. – Nürnberg, K. – Ender, K. – Repa I. – Holló I. (2005a): Az eltérő takarmányozás hatása magyar szürke és holstein-fríz fajtájú növendékbikák hízekonyságára és vágási eredményeire. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 54. 6., pp. 555-565.
 95. Holló G. – Zándoki R. – Pohn G. – Varga-Visi É. – Repa I. (2005b): Charolais fajtájú bikák és tinók vágási csontozási eredménye és húsának zsírsav-összetétele. *Acta Agraria Kapováriensis.* 9. 1., pp. 1-8.
 96. Holló, I. – Tőzsér J. – Holló G. – Zándoki R. – Repa I. (2005c): A képkalkulációs eljárások felhasználása a szarvasmarha húsirányú szelekciójában. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 54., pp. 480-493.
 97. Horn A. (1973a): *MTA Biol. Oszt. Közl. Budapest,* 16., pp. 223-235.
 98. Horn A. (1973b): Charolais. In: *Szarvasmarhatenyésztés.* Szerk. Horn A., Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, pp. 293-294.
 99. Horn P. (2007): Intenzív és extenzív állattenyésztés a fenntartható mezőgazdaságban. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 56. 5., pp. 389-402.
 100. Horn P. – Kővér Gy. – Pászthy Gy. – Berényi E. – Repa I. – Kovách G. (1996): The use of spiral CAT for estimating in vivo body composition of pigs. In: *Ann. Meet. EAAP, Lillehammer, Norway.*
 101. Horn P. (1991): Az in vivo testanalízis újabb lehetőségei a húshasznosítású állatfajok nemesítésében, különös tekintettel a röntgen komputer tomográfia (RCT) alkalmazására. *Magyar Állatorvosok Lapja.* 46. 3., pp. 133-137.
 102. Houghton, P.L. – Turlington, L.M. (1992): Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. *J. Anim. Sci.* 70., 930. p.
 103. IBBA (2012): International Brangus Breeders Association. Elérhetőség: <http://www.pr.com/company-profile/overview/47806>. (Letöltve: 2012.09.15.).

104. Jakubec, V. – Schlote, W. – Řiha J. – Majzlik, I. (2003): Comparison of growth traits of eight beef cattle breeds in the Czech Republic. *Archiv für Tierzucht*, 46., pp. 143-153.
105. Johns, J.V. – Brackelsberg, P.O. – Marchello, M.J. (1993): Use of real-time ultrasound to determine carcass lean and fat in beef steers from various live and carcass measurements. 1993 Iowa State University Beef and Sheep Res. Rep. A.S. Leaflet R1020.
106. Johnson, M.Z. – Schalles, M.E. – Dikeman, M.E. – Golden, B.L. (1993): Genetic parameter estimates of ultrasound-measured longissimus muscle area and 12th rib fat thickness in Brangus cattle. *J. Anim. Sci.* 71., 2623. p.
107. Jurie, C. – Martin, J.F. – Listrat, A. – Jailler, R. – Culioli, J. – Picard, B. (2005): Effects of age and breed of beef bulls on growth parameters, carcass and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.* 80., pp. 257-263.
108. Kállay L. – Kralovánzsky U.P. (1975): A hús- és tejtermelés biológiája. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. In: Húsmarhatenyésztés. Szerk. Szabó F. (2005), Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 312-317.
109. Kamieniecki, H. – Wójcik, J. – Pilarczyk, R. – Lachowicz, K. – Soczak, M. – Grzesiak, W. – Błaszczak, P. (2009): Growth and carcass performance of bull calves born from Hereford, Simmental and Charolais cows sired by Charolais bulls. *Czech J. Anim. Sci.* 54. 2., pp. 47-54.
110. Kiss B. – Füller I. – Bene Sz. – Szabó F. (2009): Magyartarka növendék bikák sajátjeltesítmény vizsgálati eredménye. In: 51. Georgikon Napok. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország, ISBN 978-963-9639-35-5 49, pp. 514-523.
111. Klawuhn, D. – Staufienbiel, R. (1997): Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind. *Tierarztl.-Prax.*, 25. 2., pp. 133-138.
112. Koch, R.M. – Cundiff, L.V. – Gregory, K.E. (1982): Heritabilities and genetic, enviromental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs. *J. Anim. Sci.* 55., pp. 1319-1329.
113. Koch, R.M. – Dikeman, M.E. (1977): Characterization of biological types of cattle. V. Carcass wholesale cut composition. *J. Anim. Sci.* 45., 30. p.
114. KSH (2013): A szarvasmarha-állomány kor és ivar szerinti megoszlása gazdálkodási formák szerint. Elérhetőség: http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_evkozi/e_oma002d.html. (Letöltve: 2013.03.25.).
115. KSH (2012): Főbb élelmiszerek fogyasztása 1998-2009. StADAT-tábla. Elérhetőség: http://portal.ksh.hu/pls/ksh/docs/hun/eurostat_tablak/t_food/tsdpc330.html. (Letöltve: 2012.12.25.).
116. Krupa, E. – Oravcová, M. – Polák, P. – Huba, J. – Krupová, Z. (2005): Factors affecting growth traits of beef cattle breeds raised in Slovakia. *Czech J. Anim. Sci.* 50., pp. 14-21.
117. Lamb, M.A. – Robinson, O.W. – Tess, M.W. (1990): Genetic parameters for carcass traits in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 68., pp. 64-69.

118. LeVan, P.J. – Wilson, L.L. – Watkins, J.L. – Grieco, C.K. – Ziegler, J.H. – Barber, K.A. (1979): Retail lean, bone and fat distribution of Angus and Charolais steers slaughtered at similar stages of physiological maturity. *J. Anim. Sci.* 49., pp. 683-692.
119. MacNeil, M.D. – Bailey, D.R.C. – Urick, J.J. – Gilbert, R.P. – Reynolds, W.L. (1991): Heritabilities and genetic correlations for postweaning growth and feed intake of beef bulls and steers. *J. Anim. Sci.* 69. pp. 3183-3189.
120. Magyar Takarmány Kódex II. kötet (1990): FM-MMI kiadvány. Mezőgazdasági Kiadó Vállalat, Budapest.
121. Mahgoub, O. (1998): Ultrasonic scanning measurements of the longissimus thoracis et lumborum muscle to predict carcass muscle content in sheep. *Meat Sci.* 48., 41-48. p.
122. Manheim L. (1972): Charolais x magyar tarka keresztezési kísérlet az Állatforgalmi és Húsipari Tröszt szervezésében. *Vágóállat és Hústermelés*, 2. 2., pp. 23-31.
123. Márton I. (2003): A húsmarha tenyésztésének és tartásának gyakorlata. Szaktudás Kiadó, Budapest
124. May, S.G. – Mies, W.L. Edwards, J.W. – Harris, J.J. – Morgan, J.B. – Garrett, R.P. – Williams, F.L. – Wise, J.W. – Cross, H.R. – Savell, J.W. (2000): Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. *J. Anim. Sci.* 78., pp. 1255-1261.
125. Meiller, D. – Vannier, P. (1994): Le Charolais Édition ANCR, Chalon – Sur – Saone Cedex, 46-51. In: A charolais fajta és magyarországi tenyésztése. Szerk. Tózsér J. (2003), Mezőgazda Kiadó, Budapest, 13. p.
126. Melo, J.E. – Motter, M.M. – Morao, L.R. – Huguet, M.J. – Canet, Z. – Miquel, M.C. (2003): Use of *in vivo* measurements to estimate breast and abdominal fat content of a free-range broiler strain. *J. Anim. Sci.* 77., pp. 23-31.
127. Melo, J. – Castillo, J. – Miquel, M. C. – Lucilli, V. – Erias, A. – Mirande, S. (2000): Preliminary study on ultrasound measures of abdominal fat thickness in broilers for the estimation of the weight and proportion. In: Proceedings of the XXI. Reunión Latinoamericana de producción animal. Montevideo, Uruguay.
128. Meyer, K. (1999): Estimates of genetic parameters for scan measurements in Australian Brahms and Santa Gertrudis adjusting for age versus adjusting for weight at scanning. *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 13., 239. p.
129. Meyer, K. – Graser, U. (1999): Estimates of parameters for scan records of Australian beef cattle treating records on males and females as different traits. In: *Proc. Assoc. Advmt. Anim. Breed. Genet.* 13., 385. p.
130. Mészáros, Gy. (1983): Hústermelő-képesség vizsgálata és javításának lehetőségei szelekcióval egyirányú húshasznosítású hegyitarka állományokban. Kandidátusi értekezés. Budapest.
131. Mészáros Gy. (1981): Fajtaösszehasonlító kísérletbe állított húsmarha hízó bikák főbb termelési mutatói, Boródpusztá. In: A szarvasmarhatenyésztés eredményei. 1981. Szerk. Mészáros Gy., pp. 257-259.

132. Mészáros Gy. (1979): A különböző genotípusú hízóbikák élőtömeg- termelési adatai. In: A szarvasmarha-tenyésztés eredményei 1979, Szerk. Mészáros Gy., 237. p.
133. Mészáros Gy. (1978): A léhi Á.G.-ban hizlalt különböző húshasznú bikautódok összesített vágási mutatói. In: A szarvasmarhatenyésztés évkönyve 1977. Szerk. Mészáros Gy., pp. 204-205.
134. Mészáros Gy. (1977): A léhi Á.G.-ban hizlalt különböző húshasznú bikautódok vágási mutatói. In: A szarvasmarha-törzskönyvezés és –utódellenőrzés évkönyve 1976-1977. Szerk. Mészáros Gy., pp. 203-204.
135. Mészáros Gy. (1975): Külföldi tapasztalatok. Az aberdeen angus típusa az Amerikai Egyesült Államokban. Vágóállat és Hústermelés. 5. 10., pp. 23-27.
136. Moser, D.W. – Bertrand, J.K. – Misztal, I. – Kriese, L.A. – Benyshek, L.L. (1998): Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. J. Anim. Sci. 76., pp. 2542-2548.
137. Nagy N. – Tózsér J. (1992): Magyartarka tenyészbika-jelöltek növekedési ütemének használhatósága a szelekcióban. Állattenyésztés és Takarmányozás. 41. 4., pp. 289-298.
138. Nagy N. – Tózsér J. – Szabó J. (1991): Adatok a húshasznú magyartarka tenyészbika-jelöltek teljesítményeinek és tenyészértékeinek megítéléséhez. Állattenyésztés és Takarmányozás. 40. 2., pp. 109-123.
139. Nagy N. – Hajas P. – Lipcsei Z-né (1985): A hazai charolais, limousin és hereford állomány reálértéke az angol fajtaátlagok mellett. Vágóállat és hústermelés. 15. 8., pp. 1-7.
140. NALF (2012): North American Limousin Foundation. Elérhetőség: <http://nalf.org/pdf/2010/aug31/nalfsguidetoultrasound.pdf>. (Letöltve: 2012.10.25.)
141. Nefty Informatics (2006):Ultrasound Engineer 3.0 szoftver
142. Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH, 2013): Szarvasmarha törzskönyvezett tehénlétszám fajtánként 2011-ben. Elérhetőség: www.nebih.gov.hu. (Letöltve: 2013.04.10.)
143. OECD/FAO (2012): OECD-FAO Agricultural Outlook 2012-2021, OECD Publishing and FAO. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-en
144. OMMI (2002): Országos Mezőgazdasági Minősítő Intézet: Szarvasmarha teljesítményvizsgálati kódex 3. Budapest.
145. Pajor, F. – Póti, P. – Láczó E. – Tózsér J. (2008): Ultrahang mérések és vágási tulajdonságok összefüggései eltérő életkorú magyar merinó kosbárányokban. Állattenyésztés és Takarmányozás, 57. 3., pp. 229-238.
146. Pászthy, Gy. (2000): In vivo testanalízis felhasználása a juhtenyésztésben. Doktori (Ph.D.) értekezés, Kaposvár.
147. Perkins, T. – Meadows, A. – Hays, B. (1996): Study guide for the ultrasonic evaluation of beef cattle for carcass merit. Ultrasound Guidelines Council, Study Guide Sub-Committee. Elérhetőség: www.aptcbeef.org. (Letöltve: 2007.12.13).

148. Perkins, T.L. – Green, R.D. – Hamlin, K.E. (1992a): Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70., pp. 1002-1010.
149. Perkins, T.L. – Green, R.D. – Hamlin, K.E. – Shepard, H.H. – Miller, M.F. (1992b): Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle – evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. *J. Anim. Sci.* 70. 9., pp. 2758-2765.
150. Pfuhl, R. – Bellman, O. – Kühn, C. – Teuscher, F. – Ender, K. – Wegner, J. (2007): Beef versus dairy cattle: a comparison of feed conversion, carcass composition, and meat quality. *Arch. Tierzucht.* 50. 1., pp. 59-70.
151. Polách, P. – Šubrt, J. – Bjelka, M. – Utendorfský, K. – Filipčík, R. (2004): Carcass value of the progeny of tested beef bulls. *Czech J. Anim. Sci.* 49. 1., pp. 315-322.
152. Polgár J. P. – Harmat Á. – Kiss B. – Fördös A. – Kanyar R. – Török M. – Bene SZ. – Szabó F. (2009): Azonos körülmények között hizlalt, különböző genotípusú növendék bikák vágott test összetétele és húsminősége. *Állattenyésztés és takarmányozás.* 58., pp. 41-54.
153. Polgár J.P. – Wagenhoffer Zs. – Grubics Zs. – Hornyák Z. – Török M. – Lengyel Z. – Szabó F. (2005): Red angus F₁ és R₁ hízómarhák vágási és csontozási eredményeinek értékelése. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 54. 2., pp. 109-120.
154. Popp J. – Potori N. (2010): Nemzetközi Agrárpiaci kilátások 2010. XIII. Magyarországi Mezőgazdasági Előrejelzési Konferencia. Agrárgazdasági Kutató Intézet, Budapest. ISBN 978 963 491 556 0
155. Porter, S.J. – Owen, M.G. – Page, S.J. – Fisher, A.V. (1990): Comparison of seven ultrasonic techniques for in vivo estimation of beef carcass composition with special reference to performance testing. *Anim. Prod.* 51., pp. 489-495.
156. Price, J.F. – Pearson, A.M. – Emerson, J.A. (1960): Measurement of the cross-sectional area of the loin eye muscle in live swine by ultrasonic reflections. *L. Anim. Sci.* 19., pp. 786-789.
157. Przysucha, T. – Grodzki, H. (2004): The influence of selected factors on growth rate of Charolais and Simmental calves. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities.* 7., 1. p.
158. RAAA (2012): Red Angus Association of America. Elérhetőség: <http://redangus.org/genetics/epd-trends/carcass-chart>. (Letöltve: 2012.09.05.).
159. Realini, C.E. – Williams, R.E. – Pringle, T.D. – Bertrand, J.K. (2001): Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 79., pp. 1378-1385.
160. Renand, G. – Fisher, A.V. (1997): Comparison of methods for estimating carcass fat content of young Charolais bulls in performance testing station. *Liv. Prod. Sci.* 51., pp. 205-213.
161. Reverter, A. – Johnston, D.J. – Graser, H.U. – Wolcott, M.L. – Upton, W.H. (2000): Genetic analyses of live-animal ultrasound and abattoir carcass traits in Australian Angus and Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 78., pp. 1786-1795.

162. Ripoll, G. – Joy, M. – Alvarez-Rodriguez, J. – Sanz, A. – Teixeira, A. (2009): Estimation of light lamb carcass composition by in vivo real-time ultrasonography at four anatomical locations. *J. Anim. Sci.* 87., pp. 1455-1463.
163. Robelin, J. (1986): Composition corporelle des bovins: évolution au cours du développement et différences entre races. Université de Clermont-Ferrand II. Thèse de doctorat d'état.
164. Robinson, D.L. – McDonald, C.A. – Hammond, K. – Turner, J.W. (1992): Live animal measurements of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. *J. Anim. Sci.* 70., pp. 1667-1676.
165. Romvári R. (1996): A komputeres tomográfia alkalmazásának lehetőségei a húsnyúl és a brojlercsirke testösszetételének és vágási kitermelésének in vivo becslésében. Doktori (Ph.D.) értekezés, Kaposvár
166. Sárdi J. – Bárány I. – Bozó S. – Bölcskey K. – Györkös I. – Kovács K. (2002): Vágómarhák objektív minősítésének lehetősége. 2. Közlemény: Vágómarhák EUROP minősítése és a hasított féltetek összetétele. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 51. 2., pp. 135-144.
167. Schoonmaker, J.P. – Cecava, M.J. – Fluharty, F.L. – Zerby, H.N. – Loerch, S.C. (2004): Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on performance and carcass characteristics of early- and normal weaned steers. *J. Anim. Sci.* 82., pp. 273-282.
168. Shepard, H.H. – Green, R.D. – Golden, B.L. – Hamlin, K.E. – Perkins, T.L. – Diles, J.B. (1996): Genetic parameter estimates of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. *J. Anim. Sci.* 74., pp. 761-768.
169. Smith, M.T. – Oltjens, J.W. – Dolezal, H.G. Gill, D.R. – Behrens, B.D. (1992): Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 70., pp. 29-37.
170. Sochor, J. – Simeonovová, J. – Šubrt, J. – Buchar, J. (2005): Effect of selected fattening performance and carcass value traits on textural properties of beef. *Czech J. Anim. Sci.* 50. 2., pp. 81-88.
171. Somogyi T. – Holló G. – Anton I. – Holló I. (2010): Különböző fajtájú növendékbikák hízekonyságának és vágóértékének összehasonlítása. 1. Közlemény: Hízalási és vágási eredmények. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 59. 2-3., pp. 97-108.
172. Sundstrom, B. (2006): Slides for explanation of BREEDPLAN. Elérhetőség: www.breedplan.une.edu.au. (Letöltve: 2012.10.15)
173. Szabó F. (2013): Genetikai trendek, típusmódosulások a húsmarhatenyésztésben. *Magyar Állattenyésztők Lapja.* 41. 2., pp. 13-15.
174. Szabó F. – Fekete Zs. – Fördös A. – Zsuppán Zs. – Kanyar R. – Török M. – Polgár J. P. – Bene Sz. (2008): Azonos körülmények között hizlalt, különböző genotípusú növendék bikák hízalási és vágási eredménye. *Állattenyésztés és Takarmányozás.* 57. 6., pp. 523-5636.
175. Szabó F. (Szerk.) (2005): Húsmarhatenyésztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 19 p.

176. Szabó F. – Polgár J.P. – Farkasné Zele E. – Lengyel Z. – Holló I. (2002): Újabb adatok a holstein-fríz növendékbikák vágóértékének és húsminőségének életkortól függő változásához. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 51. 6., pp. 577-585.
177. Szuromi A. (1985): Hereford és magyar tarka x hereford (F₁) hústehenek hereford, limousin és charolais bikáktól származó bikautódainak hústermelése. *Állattenyésztés és Takarmányozási Kutatóközpont Közleményei*. Gödöllő, pp. 189-198.
178. Szűcs, E. – Ender, B. – Papstein, H. – Nürnberg, G. – Ender, K. (2001): Vergleich des Schlacht- und Nährwertes sowie der Fleischbeschaffenheit von Jungbullen der Rassen Deutsches Fleckvieh und Deutsche holsteins (Schwarzbunte) im Verlauf des Wachstums. I. Mitteilung: Wachstum und Schlachtkörperzusammensetzung. *Züchtungskunde*. 73., pp. 33-44.
179. Szűcs E. – Ács I. – Boda I. – Csiba A. (1990): A vágás-kitermelésekről II. Különböző fajtájú növendék hízóbikák hústermelése. *Vágóállat és hústermelés*. 20. 2., pp. 28-35.
180. Tait, R.G. (2012): History of Technician Certification – Chapter I, Centralized Ultrasound Processing and UGC. In: Tess, M. (2012): *Ultrasound Guidelines Council – Field Technician Study Guide*. Elérhetőség: <http://www.ultrasoundbeef.com>. (Letöltve: 2012.08.25.)
181. Tait, R.G. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. (2005): Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. *J. Anim. Sci.* 83., pp. 1353-1360.
182. Tait, R.G. – Wilson, D.E. – Rouse, G.H. (2002): Predicting percent retail product in beef cattle. In: *Proc. 34th Beef Improvement Federation Research Symp. and Annual MTG.*, Omaha, NE. pp. 122-127.
183. Temple, R.S. – Stnaker, H.H. – Howry, D. – Posakony, G. – Hayaleus, H.H. (1956): Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. In: *Am. Soc. Animal Prod. West Section. Proc.* 7., 477. p.
184. Tiphine, L. (2011): Estimation of breeding values for meat sheep in France. Session 49. Breeding value estimation in sheep. In: 62nd Annu. Meet. Eur. Assoc. Anim. Prod., August 29th – September 2nd, Stavanger Norway
185. Török M. – Kocsi Gy. – Szabó F. (2011): Hízóbikák bőr alatti faggyúvastagságának mérése két különböző ultrahangos módszerrel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 60. 1., pp. 9-19.
186. Török M. – Domokos Z. – Tózsér J. – Szabó F. (2008a): Hízómarhák rostélyos keresztmetszetének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Irodalmi feldolgozás. Állattenyésztés és takarmányozás*. 57. 2., pp. 147-160.
187. Török M. – Kocsi Gy. – Szabó F. (2008b): Angus bikák bőr alatti faggyújának és rostélyos keresztmetszetének értékelése. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 57. 2., pp. 141-146.
188. Török M. – Kocsi Gy. – Bene Sz. – Kiss B. – Farkas V. – Szabó F. (2007a): Hízómarhák különböző testtájain ultrahanggal mért bőralatti faggyúvastagsága és azok összefüggései. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 56. 2., pp. 117-124.

189. Török, M. – Polgár, J.P. – Kocsi, Gy. – Szabó, F. (2007b): Correlation of ultrasonic measured fat thickness and ribeye area to the certain values measured on slaughtered bulls. In The book of Abstracts of the European Association for Animal Production. 29th August 2007, Dublin, Ireland, Abstract no. 1245.
190. Tózsér J. – Holló G. – Holló I. – Seregi J. – Szentléleki A. – Repa I. – Zándoki R. – Minorics R. (2006a): Real-time ultrahangkészülékkel mért rostélyosterület és fartájéki bőr alatti faggyúvastagság változása holstein-fríz hízóbikákon. *Állattenyésztés és Takarmányozás* 55. 1., pp. 25-34.
191. Tózsér J. – Szentléleki A. – Zándoki R. – Sipos M. – Holló G. – Holló I. – Gáabrielné T. Gy. – Zsigmond K. (2006b): A fartájék bőr alatti faggyúvastagság (P8) mérésének megbízhatósága real-time ultrahang-készülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 55. 5., pp. 451-457.
192. Tózsér J. – Holló G. – Holló I. – Seregi J. – Szentléleki A. – Repa I. – Zándoki R. – Minorics R. (2005a): Magyar tarka fajtájú bikák real-time ultrahangkészülékkel mért rostélyos területének és fartájéki bőralatti faggyúvastagságának változása hizlalás alatt. *Agrártudományi Közlemények*. 2008. 18., pp. 11-18.
193. Tózsér J. – Minorics R. – Bakus G. – Szentléleki A. – Domokos Z. – Zándoki R. – Kovács T. (2005b): A szarvasmarha hosszú hátizma területének mérése ultrahangképek alapján, kétféle módszerrel. *A Hús*. 15. 1. 46-48, pp. 51-52.
194. Tózsér J. – Domokos Z. – Szentléleki A. – Minorics R. – Bakus G. – Zándoki R. – Kovács T. – Sváb L. (2005c): Charolais és magyar szürke fajtájú tinók hosszú hátizom területének mérése ultrahang képek alapján. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 54. 4., pp. 331-338.
195. Tózsér J. – Domokos Z. – Holló G. – Bujdosó M. – Andrassy Z. – Wolcott, M.L. (2005d): A fartájék bőralatti faggyúvastagságának (P8) mérése real-time ultrahangkészülékkel charolais, holstein-fríz és magyartarka fajtájú bikákon. *Acta Agraria Kaposváriensis*. 9. 2., pp. 1-11.
196. Tózsér J. – Holló G. – Holló I. – Seregi J. – Repa I. (2004): A szarvasmarha hosszú hátizom-területének mérése real-time ultrahangkészülékkel. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 53. 6., pp. 539-553.
197. Tózsér J. – Balázs F. – Márton I. – Zándoki R. (2003a): Red és aberdeen angus tenyészbika-jelöltek teljesítményei egy tenyészetben. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 52. 1., pp. 39-50.
198. Tózsér J. – Domokos Z. (2003b): A charolais fajtaival végzett hazai teljesítményvizsgálatok főbb eredményei. In: A charolais fajta és magyarországi tenyésztése. Szerk. Tózsér J. (2003), Mezőgazda Kiadó, pp. 159-161.
199. Tózsér J. – Holló G. – Domokos Z. (2001): Az ultrahang sebességen (VOS) alapuló technika legújabb franciaországi eredményei a szarvasmarha vágott felek összetételének becsléséhez. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 50. 3., pp. 197-204.
200. USDA (2012): United States Department of Agriculture. Cattle Inventory July 1 2012. Elérhetőség: www.usda. (Letöltve: 2013.02.05).
201. Váraljai P. (1980): A különböző genotípusú hízóbikák vágási eredményei a Pusztaszemes Mgtasz-ben. In: A szarvasmarhatenyésztés eredményei 1979. Szerk. Váraljai P., pp. 236-237.

202. Várhegyi J-né – Sándi O. – Szentmihályi S. – Várhegyi J. (1982): Silókukorica-szilázásra alapozott növendékmarha-hizlalás. *Állattenyésztés és Takarmányozás*. 31. 5., pp. 399-406.
203. Veseth, D.A. – Reynolds, W.L. – Urick, J.J. – Nelsen, T.C. – Short, R.E. – Kress, D.D. (1993): Paternal half-sib heritabilities and genetic environmental, and phenotypic correlation estimates from randomly selected Hereford cattle. *J. Anim. Sci.* 71. pp. 1730-1736.
204. Vrchlabský, J. – Golda, J. (2000): Klasifikace těl jatečných zvířat. *Maso* 11. 3., pp. 12-17.
205. Wall, P.B. – Rouse, G.H. – Wilson, D.E. – Tait, R.G., Jr. – Busby, W.D. (2004): Use of ultrasound to predict body composition changes in steers at 100 and 65 days before slaughter. *J. Anim. Sci.* 82., pp. 1621-1629.
206. Wallace, M.A – Stouffer, J.R. – Westervelt, R.G. (1977): Relationships of ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle. *Livest. Prod. Sci.* 4., pp. 153-164.
207. Wheeler, T. L. – Cundiff, L.V. – Shackelford, S. D. – Koohmaraie, M. (2005): Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. *J. Anim. Sci.* 83., pp. 196-207.
208. Williams, R.E. – Bertrand, J.K. – Williams, S.E. – Benyshek, L. L. (1997): Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. *J. Anim. Sci.* 75., pp. 7-13.
209. Wilson, D.E. – Rouse, G.H. – Hays, C.L. – Amin, V.R. – Hassen, A. (1999a): Carcass expected progeny differences using real-time ultrasound measures from yearling Angus bulls. *J. Anim. Sci.* 77. 1., 143 (Abstr.)
210. Wilson, D.E. – Rouse, G.H. – Hays, C. – Hasen, A. (1999b): Genetic evaluation of ultrasound measures: Angus. In: *Proc. 31st Beef Improv. Fed. Ann. Res. Symp. Annu. Mtg., Roanoke, VA., pp. 197-198.*
211. Wilson, D. E. – Willham, R. L. – Northcutt, S. L. – Rouse, G. H. (1993): Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. *J. Anim. Sci.* 71., pp. 2365-2370.
212. Wilson, D.E. (1992): Application of ultrasound for genetic improvement. *J. Anim. Sci.* 70., pp. 973-983.
213. Wolf, Gy.(1978): Tenyészbikák hústermelő örökítő-képességének megállapítása saját adataik és féltestvéreik vizsgálata alapján. Kandidátusi értekezés. Kaposvár.
214. Zentai L. (1991): Kartometria, Térképértékelés – térképinterpretáció (Doktori értekezés). ELTE, Budapest.

10. Publikációs jegyzék

A dolgozat témájában írt publikációk

Lektorált tudományos közlemények:

HARANGI S. – BÉRI B. – POPP J. (2013): Különböző súlyban vágott bikák hizlalási, vágási és csontozási eredményei. *Gazdálkodás*. 57. évf. 2. sz. pp. 147-159.

HARANGI S. – BÉRI B. – RADÁCSI A. (2009): Real-time ultrahangkészülék felhasználásának lehetősége a húsmarhatenyésztésben. *Agrártudományi Közlemények – Acta Agraria Debreceniensis*. 2009:(37) pp. 45-52.

HARANGI, S. – BÉRI, B. (2008): Evaluation of ultrasonic carcass traits of young seed-stock beef bulls. *Journal of Agricultural Sciences. Acta Agraria Debreceniensis Supplement. Natural Resources and Sustainable Development. 6th International Scientific Symposium*. pp. 75-80.

HARANGI S. – BÉRI B. – CZEGLÉDI L. (2008): Ultrahangos mérés technika reprodukálhatóságának vizsgálata növendék bikáknál. *Agrártudományi Közlemények- Acta Agraria Debreceniensis*. 2008:(31) pp. 43-48.

HARANGI S. – BÉRI B. – GAZDÓF K. – CZEGLÉDI L. (2008): Különböző genotípusú növendék bikák sajátteljesítmény-vizsgálat alatti teljesítményének értékelése. *Animal welfare, etológia és tartástechnológia. Gödöllő*, 4:(2) pp. 128-136.

Könyvfejezet magyar nyelven:

BÉRI B. – BODÓ I. – KOMLÓSI I. – CZEGLÉDI L. – RADÁCSI A. – HARANGI S. – SZENDREI Z. (2009): Szarvasmarha-tenyésztésünk helyzete, lehetőségeink. In: Nagy János, Jávor András (szerk.) *Debreceni álláspontról az agrárium jelenéről, jövőjéről*. Budapest: DE AMTC, Magyar Mezőgazdaság Kft., 2009. pp. 347-378. (ISBN:978-963-88233-04)

Konferencia kiadványok magyar nyelven:

BÉRI B. – HARANGI S. – SZENDREI Z. (2007): A színes fajták szerepe a hazai tejhasznosításban. In: Kovács Krisztián: *Ágazatspecifikus innováción alapuló projektek generálása a tejágazatban*. Debrecen, pp. 93-102. ISSN: 1588-8665.

HARANGI S. – CZEGLÉDI L. – BÉRI B. (2007): Különböző genotípusú húsmarha borjak növekedési jellemzőinek vizsgálata. In: 49. *Georgikon Napok. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország*, 67. p. ISBN 978-963-9639-20-1

HARANGI SÁNDOR – BÉRI B. – VARGA T. (2008): Ultrahangos felvételek értékelésének megbízhatósága szarvasmarhánál. In: XIV. *Ifjúsági Tudományos Fórum. Konferencia helye, ideje: Keszthely, Magyarország*, 2008.04.03 pp. 1-5.

HARANGI S. – BÉRI B. (2008): Tenyésztői döntések támogatása real-time ultrahangos technika segítségével a húsmarhatenyésztésben. In: XXXII. *Óvári Tudományos Nap. Konferencia helye, ideje: Mosonmagyaróvár, Magyarország*, 2008.10.09. Mosonmagyaróvár: pp. 1-6. (ISBN:978-963-9883-05-5)

Konferencia kiadványok idegen nyelven:

- HARANGI, S. – RADÁCSI, A. – BÉRI, B.** (2009): The repeatability and accuracy of real-time ultrasound technique in measuring ribeye area of Charolais cattle. In: [European Association for Animal Production (EAAP)] (szerk.). Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Barcelona, Spanyolország, 2009.08.24-2009.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009. 399. p. (Book of abstracts 15.) (ISBN: 978-90-8686-121-7)
- HARANGI, S. – CZEGLÉDI, L. – BÉRI, B.** (2008): Comparison of ultrasound carcass traits in young beef bulls of three breeds. In: 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Vilnius, Litvánia, 2008.08.24-2008.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. 161. p. (ISBN:978-90-8686-074-6)
- SZENDREI, Z. – HARANGI, S. – RADÁCSI, A. – BÉRI, B. – BODÓ, I.** (2007): Crossing with colored breeds in Hungary. In: Book of Abstracts of the 58th Annual Meeting of the European Association for Animal Production Konferencia helye, ideje: Dublin, Írország, 2007.08.26-2007.08.29. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2007. 319. p. (ISBN:978-90-8686-045-6)
- SZENDREI, Z. – RADÁCSI, A. – HARANGI, S. – BÉRI, B.** (2008): Milk production of Jersey x Holstein and Brown Swiss x Holstein crossbreds compared with their Holstein contemporaries. In: Book of Abstracts of the 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Vilnius, Litvánia, 2008.08.24-2008.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2008. 158. p. (ISBN:978-90-8686-074-6)
- SZENDREI Z. – VÍGH ZS. – HARANGI S. – BÉRI B.** (2009): Are Jerseys better keepers: body condition and ultrasonographically evaluated fat depth in Jerseys and Holsteins. In: [European Association for Animal Production (EAAP)] (szerk.). Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Konferencia helye, ideje: Barcelona, Spanyolország, 2009.08.24-2009.08.27. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009. 103. p. (ISBN:978-90-8686-121-7)

Egyéb publikációk:

- HARANGI S.** (2013): Húsmarhák vágóértékének javítása. Magyar Állattenyésztők Lapja. XLI. 3. pp. 18-19.
- BÉRI B. – BODÓ I. – KOMLÓSI I. – CZEGLÉDI L. – RADÁCSI A. – HARANGI S. – SZENDREI Z.** (2009): Debreceni álláspont; Szarvasmarha-tenyésztésünk helyzete, lehetőségeink. Magyar Mezőgazdaság. 64:(11) pp. 34-42.
- HARANGI S. – BÉRI B.** (2009): Ultrahang felhasználása a magyar tarka fajta javítására. A magyartarka. IX. 1. pp. 12-14. ISSN 1587-9305

Absztrakt magyar nyelven:

- BÉRI B. – HARANGI S.** (2006): A keresztezések lehetősége és eddigi eredményei tejhasznosítású állományoknál. In: Kérdő állatfajok mai helyzete és perspektívái az Európai Unióban. Állattenyésztés és takarmányozás különszám. vol. 55.

Konferencia helye, ideje: Gödöllő, Magyarország, 2006.04.10-2006.04.11. Budapest: Állattenyésztési és Takarmányozási Kutatóintézet, pp. 36-37.

Absztrakt angol nyelven:

HARANGI, S. – BÉRI, B. (2009): The use of real-time ultrasound technique to improve carcass value of Hungarian Simmental. In: 28th Congress of the European Simmental Federation. Konferencia helye, ideje: Siófok, Magyarország, 2009.09.29. pp. 58-59.

Nem a dolgozat témájában írt publikációk

Lektorált tudományos közlemények:

GYIMÓTHY G. – **HARANGI S.** – KOVÁCS A. (2010): Barbados Blackbelly x Dorper F₁ jerek petefészkek működése kondíciójuk tükrében. Agrártudományi Közlemények - Acta Agraria Debreceniensis. 40. pp. 23-26.

FAZEKAS G. – **HARANGI S.** – VASS N. – OLÁH J. (2008): A réti csfk (Misgurnus fossilis) kora és növekedése. Acta Agraria Debreceniensis 37. pp. 37-44.

OLÁH J. – **HARANGI S.** – PÉCSI T. – KOVÁCS A. – JÁVOR A. (2008): A kosondó minősége és a kondíció közötti kapcsolat vizsgálata. Animal welfare, etológia és tartástechnológia. Gödöllő, 4:(2) pp. 352-358.

Könyv magyar nyelven:

HARANGI S. (2009): Nyúltenyésztés. Tankönyv. Debreceni Egyetem AMTC, Debrecen ISBN 978-963-473-289-1

Konferencia kiadványok idegen nyelven:

OLÁH, J. – **HARANGI, S.** – FAZEKAS, G. – KUSZA, SZ. – PÉCSI, A. – KOVÁCS, A. – JÁVOR, A. (2009): Analysis of the relationship among indigenous Cokanski Tsigai rams semen quality, body condition and thickness of subcutaneous fat. In: Book of Abstracts of the 60th Annual Meeting of the European Association for Animal Production. Book of abstracts No. 15. Konferencia helye, ideje: Barcelona, Spanyolország, 2009.08.24-2009.08.27. 15. p.

Absztrakt angol nyelven:

KOVÁCS, A. – KUKOVICS, S. – ÚJLAKI, Z. – EGRSZEGI, I. – OLÁH, J. – GYIMÓTHY, G. – VASS, N. – STEFANOVICZ, B. – **HARANGI, S.** – JÁVOR, A. (2009): Hair sheep in Hungary. 6th Hungarian - Vietnamese International Conference. 02-03. 07. 2009. Gödöllő, Hungary CD kiadvány

Egyéb publikációk:

KOVÁCS, A. – JÁVOR, A. – OLÁH, J. – GYIMÓTHY, G. – VASS, N. – STEFANOVICZ, B. – **HARANGI, S.** – EGRSZEGI, I. – KUKOVICS, S. (2009): Woolless sheep. Hungarian Agricultural Research. 18 (1) pp. 4-9.

11. Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: A törzskönyvezett húshasznú tehénlétszám alakulása 2011-ben Magyarországon.....	12
2. táblázat: Élő állaton ultrahanggal és a vágott testeken megállapított bőr alatti faggyúvastagság, rostélyos keresztmetszet terület értékek között becsült korrelációs együtthatók	22
3. táblázat: Magyar tarka hízó bikák vágási, csontozási eredményei különböző szakirodalmi források szerint.....	28
4. táblázat: Magyar tarka növendék bikák ultrahangos mérési eredményei különböző szakirodalmi források szerint.....	30
5. táblázat: Eltérő charolais génhányaddal rendelkező növendék bikák vágási, csontozási eredményei hazai szakirodalmi források szerint.....	32
6. táblázat: A vágott testen mért és az ultrahanggal megállapított tulajdonságok közötti korrelációs együtthatók, valamint az egyes tulajdonságok örökölhetőségi értékei a charolais fajtánál.....	37
7. táblázat: Ultrahanggal becsült tulajdonságok genetikai paraméterei.....	38
8. táblázat: A genetikai korrelációs együttható értékei a vágott testen, illetve élő állaton mért hasonló tulajdonságok között	39
9. táblázat: A vágóérték javítását célzó szelekció során felhasznált tulajdonságok az USA fontosabb húsmarha tenyésztő szervezeteinél.....	40
10. táblázat: A hasított féltestben található eladható húsok arányát becsülő egyenletek	43
11. táblázat: A takarmányok kémiai összetétele.....	58
12. táblázat: EUROP minősítési rendszer számszerűsítésére szolgáló pontrendszer	60
13. táblázat: A vizsgált paraméterek bemutatása technikusonként és kiértékelésenként	63
14. táblázat: A technikus és a kiértékelés hatása a különböző ultrahangos paraméterek értékeire.....	65
15. táblázat: Az ismételtetés egyszerű statisztikai mutatói technikusonként és ismétlésenként.....	66
16. táblázat: Élő állaton ultrahanggal és a vágott testen megállapított rostélyos keresztmetszet terület értékek	68
17. táblázat: Az in vivo ultrahanggal és a vágott testen mért rostélyos keresztmetszet terület értékek közötti kapcsolat.....	69
18. táblázat: A vágott testen, valamint élő állaton, ultrahanggal megállapított ROT közötti eltérések mértéke	71
19. táblázat: Magyar tarka tenyész bika-jelöltek választási eredményei (n = 53)	73
20. táblázat: Az ÜSTV kezdetekor megállapított ultrahanggal mért paraméterek magyar tarka bikáknál (n = 53).....	74

21. táblázat: Az ÜSTV zárásakor megállapított paraméterek magyar tarka tenyészbika-jelölteknél (n = 53)	75
22. táblázat: Az ultrahanggal mért paraméterekben az ÜSTV időtartama alatt megfigyelhető változások magyar tarka bikáknál	75
23. táblázat: Magyar tarka bikák ÜSTV elején és végén mért ultrahangos paraméterei közötti összefüggések	76
24. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése magyar tarka bikáknál.....	77
25. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése többváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével magyar tarka bikáknál.....	78
26. táblázat: Magyar tarka tenyészbika-jelöltek RTU paramétereink korrigálására létrehozott egyenletek alapadatainak statisztikai mutatói.....	79
27. táblázat: Az életkor, az élősúly és a különböző ultrahanggal mért tulajdonságok közötti korrelációk magyar tarka bikáknál.....	80
28. táblázat: Magyar tarka növendék bikák 500 kg-os élősúlyra korrigált RTU paraméterei.....	81
29. táblázat: Charolais tenyészbika-jelöltek választási eredményei (n = 96)	82
30. táblázat: Az ÜSTV kezdetekor megállapított RTU paraméterek charolais bikáknál.....	82
31. táblázat: Az ÜSTV zárásakor megállapított paraméterek charolais tenyészbika-jelölteknél	83
32. táblázat: Az ultrahanggal mért paraméterekben az ÜSTV időtartama alatt megfigyelhető változások charolais bikáknál	84
33. táblázat: Charolais bikák ÜSTV elején és végén mért ultrahangos paraméterei közötti összefüggések	85
34. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése charolais bikáknál	86
35. táblázat: Az ÜSTV végére várható ultrahanggal mért paraméterek becslése többváltozós lineáris regressziós egyenletek segítségével charolais bikáknál.....	87
36. táblázat: Charolais tenyészbika-jelöltek RTU paramétereink korrigálására létrehozott egyenletek alapadatainak statisztikai mutatói.....	87
37. táblázat: Az életkor, az élősúly és a különböző ultrahanggal mért tulajdonságok közötti korrelációk charolais bikáknál	88
38. táblázat: Charolais növendék bikák 560 kg-os súlyra korrigált RTU paraméterei.....	89
39. táblázat: Charolais bikák hizlalási eredményei.....	90
40. táblázat: Charolais hízó bikák vágási eredményei I.....	92
41. táblázat: Charolais hízó bikák vágási eredményei II.	94
42. táblázat: Charolais hízó bikák csontozási eredményei	95

43. táblázat: A kitermelt hús minőségi osztály szerinti besorolása és a húsrészek aránya charolais hízbikáknál.....	96
44. táblázat: Charolais hízbikák vágási, illetve csontozási eredményei között számított korrelációk.....	97
45. táblázat: Többváltozós regressziós egyenletek a vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságok becslésére I.	99
46. táblázat: Az életkor, az élősúly, és az ultrahangos paraméterek, valamint a vágott testen megállapított tulajdonságok közötti korrelációk charolais hízbikáknál I.	100
47. táblázat: Az életkor, az élősúly, és az ultrahangos paraméterek, valamint a vágott testen megállapított tulajdonságok közötti korrelációk charolais hízbikáknál II.	101
48. táblázat: Charolais hízbikák vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságait becsülő egyenletek megbízhatósága, az egyenletekben szereplő változók és koefficiensei I.	102
49. táblázat: Charolais hízbikák vágóértéket meghatározó egyes tulajdonságait becsülő egyenletek megbízhatósága, az egyenletekben szereplő változók és koefficiensei II.	103

12. Képek jegyzéke

1. kép: A vizsgálatokhoz használt ultrahangkészülék és hordozható számítógép.....	47
2. kép: A rostélyos keresztmetszet terület mérésének anatómiai pontjai	49
3. kép: A rostélyos keresztmetszet területének mérése a 12/13. bordaközben	49
4. kép: A rostélyos keresztmetszet területének vizsgálata során látható izomcsoportok és anatómiai pontok a 12/13. bordaközben.....	49
5. kép: A rostélyos keresztmetszet terület és a hátfaggyú vastagság meghatározása ultrahangfelvételen Ultrasound Engineer 3.0 software segítségével	50
6. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) mérésének anatómia pontja.....	51
7. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) mérése	51
8. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság ausztrál módszer szerinti (P8) meghatározásának módja ultrahangfelvételen	51
9. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszer szerinti (FTF) mérésének anatómia pontja.....	52
10. kép: A fartájéki bőralatti faggyúvastagság amerikai módszer (FTF) szerinti megállapítása ultrahangfelvételen.....	52
11. kép: Az amerikai módszer szerinti fartájéki bőralatti faggyúvastagság (FTF) és a gluteus medius izomcsoport vastagságának (GMV) mérése	52
12. kép: Az amerikai módszer szerinti fartájéki bőralatti faggyúvastagság (FTF) és a gluteus medius izomcsoport vastagságának (GMV) megállapítása	52
13. kép: A testfal vastagság mérése	53
14. kép: A testfal vastagság mérése ultrahang-felvételen.....	53
15. kép: A rostélyos keresztmetszet területének meghatározása planiméterrel.....	54
16. kép: Planiméter és a rostélyosról készített fólialenyomat.....	54
17-18. kép: Húshasznú magyar tarka növendék bikák a hizlaldában	55
19-20. kép: Charolais növendék bikák az üzemi sajátjeljesítmény-vizsgálat során	55
21. kép: Charolais hízó bikák a vágósoron	59
22. kép: Vágott test	59
23. kép: A féltettek negyedelése.....	61
24. kép: A féltettek hússzéki bontása	61

13. Mellékletek

1. számú melléklet: A regressziós egyenletek együtthatói, meredeksége és illeszkedése (magyar tarka)

Modell	Függv.- típus	Konstans	b1	b2	b3	Korrigált illeszkedés (r ²)
Életkor - élő súly, nap/kg	LIN	-35,325	1,467			0,82 [†]
Élő súly - életkor, kg/nap	LIN	73,901	0,559			
Életkor - ROT, nap/cm ²	LIN	16,625	0,196			0,59 [†]
ROT - életkor, cm ² /nap	LIN	72,556	3,004			
Életkor - P8, nap/cm	LIN	-0,011	0,001			0,42 [†]
P8 - életkor, cm/nap	LIN	175,755	292,626			
Életkor - HFAG, nap/cm	LIN	0,045	0,001			0,34 [†]
HFAG - életkor, cm/nap	LIN	179,513	390,375			
Életkor - FTF, nap/cm	LIN	-0,092	0,002			0,58 [†]
FTF - életkor, cm/nap	HF	359,469	-1405,47	4584,816	-3653,8	0,64 [†]
Életkor - GMV, nap/cm	LIN	4,1	0,018			0,75 [†]
GM - életkor, cm/nap	LIN	-94,993	41,515			
Életkor - TFV, nap/cm	LIN	0,064	0,008			0,70 [†]
TFV - életkor, cm/nap	LIN	84,274	90,126			
Élő súly - ROT, kg/cm ²	LIN	19,302	0,14			0,79 [†]
ROT - élő súly, cm ² /kg	LIN	-26,423	5,654			
Élő súly - P8, kg/cm	LIN	0,023	0,001			0,52 [†]
P8 - élő súly, cm/kg	LIN	175,993	531,049			
Élő súly - HFAG, kg/cm	LIN	0,052	0,001			0,47 [†]
HFAG - élő súly, cm/kg	LIN	169,742	751,708			
Élő súly - FTF, kg/cm	LIN	-0,028	0,001			0,70 [†]
FTF - élő súly, cm/kg	LIN	138,253	651,5			
Élő súly - GMV, kg/cm	LIN	4,99	0,011			0,83 [†]
GMV - élő súly, cm/kg	LIN	-302,529	74,076			
Élő súly - TFV, kg/cm	LIN	0,387	0,005			0,83 [†]
TFV - élő súly, cm/kg	LIN	5,446	165,767			
ROT - P8, cm ² /cm	LIN	-0,064	0,006			0,55 [†]
P8 - ROT, cm/cm ²	LIN	39,454	85,155			
ROT - HFAG, cm ² /cm	LIN	-0,006	0,004			0,50 [†]
HFAG - ROT, cm/cm ²	LIN	38,248	121,213			
ROT - FTF, cm ² /cm	LIN	-0,11	0,007			0,69 [†]
FTF - ROT, cm/cm ²	LIN	34,657	101,145			
ROT - GMV, cm ² /cm	LIN	4,205	0,07			0,80 [†]
GMV - ROT, cm/cm ²	LIN	-32,295	11,345			
ROT - TFV, cm ² /cm	LIN	0,027	0,031			0,80 [†]
TFV - ROT, cm/cm ²	LIN	14,575	25,51			
P8 - HFAG, cm/cm	LIN	0,079	0,535			0,64 [†]
HFAG - P8, cm/cm	LIN	0,057	1,188			
P8 - FTF, cm/cm	POW	0,889	0,882			0,87 [†]
FTF - P8, cm/cm	POW	1,010	1,006			
P8 - GMV, cm/cm	LIN	6,515	7,309			0,67 [†]
GMV - P8, cm/cm	LIN	-0,465	0,092			
P8 - TFV, cm/cm	LIN	1,061	3,248			0,67 [†]
TFV - P8, cm/cm	LIN	-0,083	0,206			
HFAG - FTF, cm/cm	HF	0,060	0,555	3,268	-4,307	0,72 [†]
FTF - HFAG, cm/cm	LIN	0,064	0,605			0,69 [†]
HFAG - GMV, cm/cm	LIN	6,461	9,878			0,57 [†]
GMV - HFAG, cm/cm	LIN	-0,236	0,057			
HFAG - TFV, cm/cm	LIN	0,962	4,63			0,63 [†]
TFV - HFAG, cm/cm	LIN	-0,015	0,136			
FTF - GMV, cm/cm	LIN	6,221	8,131			0,72 [†]
GMV - FTF, cm/cm	LIN	-0,438	0,089			
FTF - TFV, cm/cm	LIN	0,932	3,609			0,71 [†]
TFV - FTF, cm/cm	LIN	-0,069	0,198			
GMV - TFV, cm/cm	POW	0,067	1,581			0,80 [†]
TFV - GMV, cm/cm	POW	6,174	0,503			

[†]P<0,001; Jelmagyarázat: LIN = lineáris; MF = másodfokú; HF = harmadfokú ; POW = power

2. számú melléklet: A regressziós egyenletek együtthatói, meredeksége és illeszkedése (charolais)

Modell	Függv.- típus	Konstans	b1	b2	b3	Korrigált illeszkedés (r ²)
Életkor - élősúly, nap/kg	LIN	-2,802	1,303			0,83 ⁺
Élősúly - életkor, kg/nap	LIN	64,125	0,633			
Életkor - ROT, nap/cm ²	HF	94,862	-0,587	0,002	-2,26*10 ⁶	0,76 ⁺
ROT - életkor, cm ² /nap	HF	464,35	-14,586	0,252	-0,001	
Életkor - P8, nap/cm	LIN	0,064	0,001			0,63 ⁺
P8 - életkor, cm/nap	LIN	100,682	565,516			
Életkor - HFAG, nap/cm	POW	0,001	0,940			0,69 ⁺
HFAG - életkor, cm/nap	POW	856,818	0,7333			
Életkor - FTF, nap/cm	LIN	-0,036	0,001			0,77 ⁺
FTF - életkor, cm/nap	LIN	105,877	555,396			
Életkor - GMV, nap/cm	LIN	5,527	0,015			0,73 ⁺
GMV - életkor, cm/nap	LIN	-169,538	48,697			
Élősúly - ROT, kg/cm ²	LIN	18,918	0,134			0,82 ⁺
ROT - élősúly, cm ² /kg	LIN	-32,599	6,124			
Élősúly - P8, kg/cm	LIN	0,098	0,001			0,62 ⁺
P8 - élősúly, cm/kg	LIN	104,528	774,453			
Élősúly - HFAG, kg/cm	LIN	0,039	0,001			0,69 ⁺
HFAG - élősúly, cm/kg	LIN	100,733	1174,736			
Élősúly - FTF, kg/cm	LIN	0,039	0,001			0,72 ⁺
FTF - élősúly, cm/kg	LIN	102,570	800,256			
Élősúly - GMV, kg/cm	LIN	5,866	0,011			0,83 ⁺
GMV - élősúly, cm/kg	LIN	-371,022	77,129			
ROT - P8, cm ² /cm	LIN	0,046	0,005			0,58 ⁺
P8 - ROT, cm/cm ²	LIN	29,692	111,006			
ROT - HFAG, cm ² /cm	LIN	-0,002	0,004			0,66 ⁺
HFAG - ROT, cm/cm ²	LIN	28,788	169,526			
ROT - FTF, cm ² /cm	MF	6,201	315,838	-216,49		0,68 ⁺
FTF - ROT, cm/cm ²	MF	-6,631	261,377	-131,29		
ROT - GMV, cm ² /cm	LIN	5,769	0,062			0,77 ⁺
GMV - ROT, cm/cm ²	LIN	-51,598	12,412			
P8 - HFAG, cm/cm	LIN	0,567	0,047			0,66 ⁺
HFAG - P8, cm/cm	LIN	0,106	1,164			
P8 - FTF, cm/cm	LIN	0,133	0,741			0,76 ⁺
FTF - P8, cm/cm	LIN	-0,025	1,023			
P8 - GMV, cm/cm	HF	10,91	-19,243	65,775	-49,237	0,64 ⁺
GMV - P8, cm/cm	POW	0,004	1,988			0,61 ⁺
HFAG - FTF, cm/cm	LIN	0,167	0,958			0,64 ⁺
FTF - HFAG, cm/cm	LIN	0	0,672			
HFAG - GMV, cm/cm	LIN	-0,315	0,057			0,58 ⁺
GMV - HFAG, cm/cm	LIN	-0,315	0,057			0,58 ⁺
FTF - GMV, cm/cm	HF	12,041	-29,516	88,616	-63,889	0,68 ⁺
GMV - FTF, cm/cm	LIN	-0,311	0,071			0,62 ⁺

⁺P<0,001; Jelmagyarázat: LIN = lineáris; MF = másodfokú; HF = harmadfokú ; POW = power

3. számú melléklet: A kitermelt hús minőségi osztály szerinti besorolása és a húsrészek aránya

Paraméterek	Vágósúly			Összesen	P
	Kis	Közepes	Nagy		
I. oszt. húsrészek súlya, kg	127,32±9,04 ^a	162,26±6,92 ^b	189,27±17,17 ^c	159,62±28,33	P<0,01
Nyak, kg	15,27±1,28 ^a	25,88±3,25 ^b	31,31±7,95 ^b	24,15±7,95	P<0,01
Tarja, kg	8,96±0,88 ^a	13,14±1,25 ^b	11,48±1,54 ^b	11,19±2,13	P<0,01
Rostélyos, kg	11,28±1,21	11,97±2,75	13,51±4,31	12,26±3,03	NS
Vastaglapocka, kg	15,88±1,15 ^a	20,23±1,28 ^b	22,96±0,88 ^c	19,69±3,30	P<0,01
Oldallapocka, kg	2,47±0,26 ^a	3,14±0,15 ^{ab}	3,66±0,67 ^b	3,09±0,64	P<0,01
Szegyfej, kg	5,89±1,95 ^a	5,54±1,14 ^a	10,34±1,24 ^b	7,26±2,65	P<0,01
Vesepcsenye, kg	3,47±0,31 ^a	4,09±0,23 ^b	4,87±0,44 ^c	4,14±0,67	P<0,01
Hátszín, kg	6,70±0,52 ^a	7,49±0,72 ^a	9,94±1,28 ^b	8,07±1,63	P<0,01
Puha hátszín, kg	3,82±0,85 ^a	5,37±1,13 ^{ab}	6,81±0,70 ^b	5,34±1,52	P<0,01
Gömbölyű felsál, kg	10,19±0,66 ^a	11,74±0,68 ^b	14,22±1,17 ^c	12,05±1,89	P<0,01
Hosszú felsál, kg	15,71±1,40 ^a	19,31±1,53 ^b	21,09±1,27 ^b	18,70±2,65	P<0,01
Fartó, kg	9,76±0,57 ^a	11,49±0,68 ^b	12,51±1,03 ^b	11,25±1,38	P<0,01
Feketepecsenye, kg	12,92±1,16 ^a	16,86±0,96 ^b	19,44±1,28 ^c	16,41±2,95	P<0,01
Fehérpecsenye, kg	4,89±0,85 ^a	6,00±0,42 ^{ab}	7,11±1,13 ^b	6,00±1,23	P<0,01
I. oszt. húsrészek aránya, %	44,61±1,87	46,51±1,41	46,56±2,05	45,89±1,94	NS
Nyak, %	5,35±0,40 ^a	7,41±0,80 ^b	7,67±1,23 ^b	6,81±1,35	P<0,01
Tarja, %	3,14±0,25 ^a	3,78±0,44 ^b	2,82±0,25 ^b	3,25±0,51	P<0,01
Rostélyos, %	3,96±0,41	3,43±0,82	3,29±0,88	3,56±0,76	NS
Vastaglapocka, %	5,57±0,24	5,80±0,33	5,65±0,23	5,67±0,27	NS
Oldallapocka, %	0,87±0,10	0,90±0,04	0,89±0,15	0,89±0,10	NS
Szegyfej, %	2,05±0,65 ^{ab}	1,59±0,30 ^a	2,56±0,38 ^b	2,06±0,60	P<0,01
Vesepcsenye, %	1,22±0,10	1,17±0,08	1,20±0,12	1,20±0,10	NS
Hátszín, %	2,38±0,17 ^{ab}	2,15±0,23 ^a	2,45±0,26 ^b	2,32±0,25	P<0,1
Puha hátszín, %	1,33±0,28 ^a	1,54±0,33 ^{ab}	1,69±0,25 ^b	1,52±0,31	P<0,1
Gömbölyű felsál, %	3,58±0,25	3,36±0,11	3,50±0,17	3,48±0,20	NS
Hosszú felsál, %	5,50±0,32	5,54±0,39	5,20±0,37	5,41±0,37	NS
Fartó, %	3,42±0,11 ^a	3,29±0,14 ^{ab}	3,09±0,27 ^b	3,27±0,23	P<0,01
Feketepecsenye, %	4,53±0,30 ^a	4,83±0,17 ^b	4,79±0,26 ^{ab}	4,71±0,27	P<0,1
Fehérpecsenye, % (22)	1,71±0,26	1,72±0,11	1,75±0,20	1,73±0,19	NS
II. oszt. húsrészek súlya, kg	57,12±4,03 ^a	70,76±8,11 ^b	83,67±5,61 ^c	70,51±12,55	P<0,01
II. oszt. húsrészek aránya, %	20,07±1,75	20,28±2,28	20,61±0,97	20,32±1,67	NS
III. oszt. húsrészek súlya, kg	16,52±1,17 ^a	20,00±2,31 ^b	21,20±2,25 ^b	17,45±2,66	P<0,01
III. oszt. húsrészek aránya, %	5,80±0,44	5,73±0,61	5,22±0,48	5,05±0,46	NS

Az eltérő betűkkel jelölt súlykategóriák egymástól szignifikánsan különböznek

14. Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet szeretném kifejezni témavezetőmnek, Dr. Béri Béla egyetemi docensnek a vizsgálataimhoz szükséges feltételek megteremtésében és a dolgozat megírásában nyújtott segítségéért.

Köszönettel tartozom Dr. Mihók Sándor egyetemi tanárnak a pályámon való elindításért és a Ph.D. hallgatói tevékenységem során nyújtott mindennemű segítségéért.

Köszönetemet fejezem ki Prof. Dr. Tózsér János egyetemi tanárnak, Prof. Dr. Szabó Ferenc egyetemi tanárnak és Dr. Polgár J. Péter egyetemi docensnek, hogy kutatásaim kezdetén az ultrahangos mérésekkel és a próbavágásokkal kapcsolatban számtalan hasznos tanáccsal láttak el.

Köszönöm a Pannon Egyetem Állattudományi és Állattenyésztési Tanszéken dolgozó Kollégák önzetlen segítségét a próbavágások gördülékeny lebonyolításában nyújtott segítségéért.

Megköszönöm Dr. Török Mártonnak, hogy az ultrahangos mérés-technikával kapcsolatban megosztotta velem gyakorlati tapasztalatait.

A vizsgálatok lebonyolításában végzett áldozatos munkájáért köszönettel tartozom Dr. Czeglédi Leventének, Dr. Radácsi Andreának, Dr. Oláh Jánosnak, Szendrei Zoltánnak, Dr. Vass Nórának, Fazekas Gergelynek.

Megköszönöm az Állattenyésztéstudományi Intézetben dolgozó valamennyi Kolléga önzetlen együttműködését és segítségét.

Köszönettel tartozom a Derecskei Petőfi Mg.-i Kft.-nek és az Abaúji Charolais Kft.-nek, hogy szarvasmarha állományukban elvégezhettem a vizsgálataimat. Hasonlóan köszönet illeti a Ko-Bor Hús Kft. jászszentandrásai vágóhídjának vezetőit és dolgozóit, akik nagy szakmai hozzáértéssel végezték el a próbavágások során az állatok vágását, csontozását.

Továbbá szeretném megköszönni a Béke Agrárszövetkezetben Főnökeimnek, hogy időt biztosítottak a dolgozat végső formába öntéséhez.

Hálás vagyok Családomnak és Barátaimnak, akiknek türelme és támogatása nélkül nem készülhetett volna el a dolgozat.

Köszönettel és hálával tartozom Feleségemnek az elmúlt években nyújtott segítségéért és bátorításáért, amellyel lehetővé tette nyugodt munkámat.

15. Nyilatkozatok

NYILATKOZAT

Ezen értekezést a Debreceni Egyetem Agrár- és Gazdálkodástudományok Centruma Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási Karán, az Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola keretében készítettem, a Debreceni Egyetem doktori (Ph.D.) fokozatának elnyerése céljából.

Debrecen, 2013. július 16.

.....
a jelölt aláírása

NYILATKOZAT

Tanúsítom, hogy **Harangi Sándor** doktorjelölt 2006-2009 között a fent megnevezett Doktori Iskola keretében irányításommal/irányításunkkal végezte munkáját. Az értekezésben foglalt eredményekhez a jelölt önálló alkotó tevékenységével meghatározóan hozzájárult, az értekezés a jelölt önálló munkája. Az értekezés elfogadását javaslom/javasoljuk.

Debrecen, 2013. július 16.

.....
a témavezető(k) aláírása